पादप कोशिका

दो शब्द

यह पुस्तक मुख्य रूप से बी० एस-सी० (कृषि) के छात्रों के लिए लिखी गई है। आगरा तथा गोरखपुर विश्वविद्यालयों के पाठ्यक्रमों के अनुरूप इसे तैयार किया है पर इससे इलाहाबाद, काशी, उस्मानिया, पूना तथा राजस्थान विश्वविद्यालयों के छात्र भी पूरा-पूरा लाभ उठा सकते हैं। इस पुस्तक की तैयारी में बहुत-सी देशी और विदेशी पुस्तकों से सहायता ली गई है—जिससे विद्यार्थियों को अधुनातन तथ्यों का ज्ञान हो सके। सभी अध्याय सरल भाषा में लिखे गए हैं—जिससे विद्यार्थियों को विषय को समझने की सुविधा रहे।

इस पुस्तक की तैयारी में डॉ० कृष्णबहादुर एवं डॉ० आर० पी० अस्थाना से समय-समय पर जो सहायता और सुझाव मिलते रहे हैं उनके लिए मैं अत्यन्त आभारी हूँ। किताब महल के अध्यक्ष श्री श्रीनिवास अग्रवाल एवं प्रकाशन सहायक श्री रामेश्वरप्रसाद मेहरोत्रा ने जिस उत्साह से पुस्तक को प्रकाशित करने में योग दिया है वह भी श्लाघनीय है।

—लेखक

FOREWORD

It is a pleasure to go through the ingenuous work of Sri K. C. Gaur, Lecturer, K. A Degree College Allahabad The author has made a strenaous and exemplary effort to supplement his knowledge in a most simple and lucid style. Besides, he combines clarity and prudence in extricating the difficult aspects of Plant Chemistry and Plant Bio-Chemistry in a manner and way of approach which is worthy of appraisal. This work is unique and of its own kind; full of matter containing modern facts which covers the entire B. Sc. (Ag.) course of Plant Chemistry of Agra and Gorakhpur Univesities

I hope this book will be of great value to graduates and undergraduates of agriculture and other traits.

KRISHNA BAHADUR
M. Sc, D. Phil, D. Sc, D. I. C. (Lond.)
Assistant Professor
Chemistry Department
University of Allahabad
Allahabad.

विषय-सूची

(Contents)

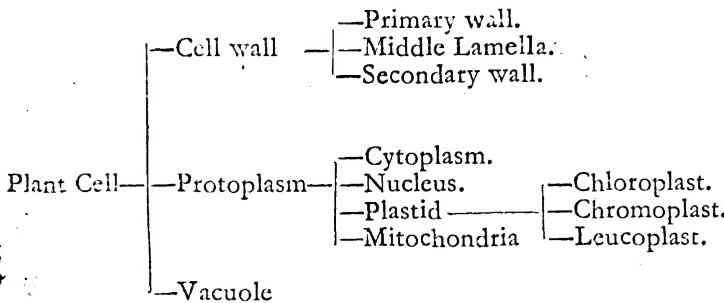




पादप कोशिका | १
Plant Cell

कोशिका पौधों तथा पशुओं की संरचनात्मक एवं कार्य करने वाली इकाई है। चूँकि वनस्पति जीव-रसायन विज्ञान पौधों में होने वाले रासायनिक प्रतिक्रियाओं का अध्ययन है, अतः पौधों के कोशिकाओं की रचना तथा कार्य के बारे में जानना अनिवार्य है।

कोशिकाओं के विभिन्न भाग : पौधों के कोशिकाओं को तीन मुख्य भागों में बाँटा गया है : (1) कोशिका भित्ति, (2) प्रोटोप्लाज्म, (3) वैकुओल। इनके पूर्ण भाग निम्न हैं :



कोशिका भित्ति (Cell wall)—यह कोशिकाओं का सबसे बाहरी भाग है जो कि प्रोटोप्लाज्म को चारों ओर से घेरे रहती है तथा अर्ध प्रवेश्य (semi permeable) प्रकृति की होती है जिसके कारण प्रोटोप्लाज्म कोशिका भित्ति के बाहर प्रवेश नहीं कर पाती। इसके तीन भाग होते हैं (१) प्राथमिक भित्ति, (२) मध्य लैमेला (३) द्वितीयक भित्ति। प्राथमिक भित्ति (Primary wall) अधिकांश रूप से सेल्युलोज एवं कुछ पेक्टिक पदार्थ से तथा मध्य लैमेला (middle lamella) अधिकतर पेक्टिक यौगिक एवं प्रोटीन से बना है।

रासायनिक संरचना (Chemical Composition)—कोशिका भित्ति की रासायनिक संरचना के सम्बन्ध में अभी तक अत्यन्त कम ज्ञान हो सका है। तो भी यह कहा जा सकता है कि पादप कोशिका भित्ति सेल्यूलोज तथा कुछ अन्य यौगिकों

के मिश्रण से बना है, जो कि कोशिका की प्रकृति के ऊपर निर्भर करती है। निम्न पदार्थ कोशिका भित्ति की संरचना में भाग लेते हैं :

I. Cellulose

1. Normal, Typical or true cellulose.
2. Hydro cellulose.
3. Oxy-cellulose.
4. Compound-cellulose.
5. Hemi ar Pseudo cellulose.
   (a) Skeletal Hemi-Cellulose—Pentosan; xylan; Araban; Galactosan.
   (b) Reserve Hemi-Cellulose—Pentosan; xylan; Araban; Mannosan; and Galactosan.

II. Suberin and Cutin

III. Pectic substance

1. Pectic acid.
2. Pectate.
3. Pectose.
4. Pectin.

IV. Other Constituents

1. Resin.
2. Gum.
3. Tannin.
4. Mineral.
5. Colouring matter.
6. Protein
7. Fat.
8. Phospholipid.
9. Etherial Oil
10. Callose.
11. Inorganic Salts (K, Na, Si, Ca, etc.)

पादप कोशिका भित्ति में जो पेक्टिक पदार्थ पाये जाते हैं, वे निम्न हैं :—

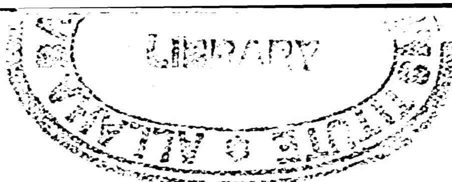
(1) Pectic acid.

(2) Salt of Pectic acid or Pectate—
- Soluble in water—
  - K—Pectate.
  - Na—Pectate.
- Insoluble in water—
  - Ca—Pectate.
  - Mg—Pectate.

(3) Esters of Pectic acid—
- Soluble—Pectose.
- Insoluble—Pectin.

I. सेल्युलोज (Cellulose)

1. सामान्य सेल्युलोज (Normal, Typical or True Cellulose) उस सेल्युलोज को कहते हैं जो कि प्रोटोप्लाज्म द्वारा सर्व प्रथम बनता है तथा जिससे अन्य प्रकार के सेल्युलोज का निर्माण होता है। यह श्वेत आर्द्रताग्राही (hy-



groscopic) पदार्थ है जो कि 6 से 12 प्रतिशत जल शोषित करता है, परन्तु 100°C तापक्रम पर इस जल को खो बैठता है। जब इसे जल के साथ दबाव के अंतर्गत 200°C पर गर्म किया जाता है तो यह बिना नष्ट हुये पूर्णरूप से घुल जाता है। सामान्य सेल्युलोज साधारण विलायकों (Solvents) में अघुलनशील परंतु अमोनिकल क्यूपरिक आक्सांइट (CuO) या जिन्क क्लोराइड ($Zn\ Cl_2$) में घुलनशील है। सांद्र गन्धक के अम्ल (Conc. H_2SO_4) में यह धीरे धीरे घुलता है, जो कि इसे पहले डेक्सट्रिन (dextrin) में तत्पश्चात् ग्लूकोज में बदल देता है। इस घोल को जब जल से तनु (dilute) किया जाता है तो एक जिलैटिन प्रकृति का अवक्षेप प्राप्त होता है, जो कि आयोडीन के साथ नीला रंग देता है। इस सेल्युलोज को जब एसिटिक एनहाइड्राइड तथा सांद्र गन्धक के अम्ल या साइटेज (cytase) एन्जाइम द्वारा जलीय विश्लेषित किया जाता है तो सेल्युबिओज में बदल जाता है जो कि अंत में ग्लूकोज़ में जलीय विश्लेपित (hydrolyse) कर जाता है।

रुई का रेशा (Cotton fibre)—सामान्य सेल्युलोज का यह सब से उत्तम उदाहरण है जो कि प्रकृति में पाया जाता है। अमेरिका के रुई में करीब 91% सामान्य सेल्युलोज, 8% जल तथा 1% अन्य पदार्थ जैसे मोम (wax), गोंद (gum) तथा पेक्टोज संतत (Derivative) पाया जाता है।

(2-3) हाइड्रो तथा आक्सी सेल्युलोज़ (Hydro and Oxycellulose)—ये वे सेल्युलोज हैं जो कि सामान्य सेल्युलोज के जलीय विश्लेषण (Hydrolysis) से प्राप्त होता है। ये कोशिका भित्ति में सामान्य सेल्युलोज़ के साथ पाया जाता है। हाइड्रोसेल्युलोज़ सामान्य सेल्युलोज़ के आंशिक जलीय विश्लेषण (Partial hydrolysis) द्वारा बनता है जिसमें सक्रिय कार्बोनिल वर्ग (active carbonyl group) रहता है तथा विभिन्न कार्बनिक रंगों (dyes) को शोपित करने की क्षमता प्रदर्शित करता है। इसका सूत्र $C_{12}\ H_{22}\ O_{11}$ है तथा रेशे के ही रूप में रहता है। इसे पाउडर के रूप में बनाया जा सकता है तथा आयोडीन के साथ यह नीला रंग देता है। आक्सी सेल्युलोज़ सामान्य सेल्युलोज के विभिन्न आक्सीकारक अभिकर्ताओं (Oxidising agents) की क्रियाओं द्वारा प्राप्त होता है। इसमें अम्लीय गुण होता है, तथा यह फेहलिंग घोल को अवकरित (reduce) कर देती है। इसमें भी सक्रिय कार्बोनिक वर्ग पाया जाता है।

(4) यौगिक सेल्युलोज (Compound Cellulose)—यौगिक सेल्युलोज़ वे हैं जिनमें सेल्युलोज़ के साथ सेल्युलोज़हीन (noncellulose) पदार्थ जुड़े रहते हैं। कोशिका भित्ति में लिगनो सेल्युलोज़ (ligno cellulose) यौगिक सेल्युलोज़ के रूप में बहुत ही सामान्य है। लकड़ी, जूट, घास तथा भूसे का यह मुख्य अवयव है।

लिगनो सेल्युलोज़ में लिगनिन तथा सेल्युलोज़ के बन्धन के संबन्ध में अभी कुछ निश्चित नहीं हो सका है, यद्यपि कुछ लोगों का अनुमान है कि ये दोनों रासायनिक रूप में तथा कुछ लोगों का मत है कि ये भौतिक रूप में बँधे हैं।

लिगनिन (Lignin)—कोशिका भित्ति में यह सेल्युलोज़ के साथ पाया जाता है। लिगनिन में मिथाइल (methyl); मिथाक्सिल (methoxyl); फार्मिल (Formyl) तथा एसिटिल (acetyl) वर्ग पाया जाता है। इसमें कार्बन की मात्रा सेल्युलोज की अपेक्षा अधिक होती है। भिन्न-भिन्न स्रोतों से प्राप्त लिगनिन एक दूसरे से मिथाक्सिल तथा एसिटिल की मात्रा में भिन्न होते हैं। कुछ लोगों का यह अनुमान है कि लिगनिन का निर्माण पेक्टिन पदार्थ से होता है, तथा पेक्टिन का निर्माण स्मिथ (Smith) के अनुसार शर्करा (Sugar) से होता है तथा पेक्टिन हेमी सेल्युलोज और अंत में लिगनिन में परिवर्तित हो जाता है।

Sugar→Pectin→Hemi-cellulose→Ligno Cellulose.

(5) हेमी सेल्युलोज (Hemi-cellulose)—हेमी सेल्युलोज कोशिका भित्ति की सेल्युलोजहीन (Noncellulose) बहु शर्करीय (Poly saccharide) अवयव है। चूँकि यह सेल्युलोज की रासायनिक संरचना से काफी मिलता-जुलता है तथा इसके निर्माण के मध्य का यौगिक है इसलिए इसे हेमी सेल्युलोज कहते हैं। बहुत से आविष्कारों के अन्वेषणों से यह पता लगा है कि हेमी सेल्युलोज़ में पोली सैक्रोजेज के अतिरिक्त यूरोनिक अम्ल (uronic acid) भी पाया जाता है। अधिकतर ग्लूकूरोनिक अम्ल (Glucouronic acid) तथा कुछ मैनुरोनिक अम्ल (Mannuronic acid) यूरोनिक अम्ल के रूप में पाया जाता है। इन अम्लों में एक सिरे पर फार्मलडिहाइड मूलक (Formaldehyde radical) तथा दूसरे सिरे पर कार्बाक्सिल वर्ग (Carboxyl group) जुड़ा रहता है।

हेमी सेल्युलोज़ का जलीय विश्लेषण गर्म तथा तनु खनिज अम्लों द्वारा आसानी से होता है तथा तनु क्षार के घोल में घुलनशील है। जब इसका जलीय विश्लेषण किया जाता है तो अरैबिनोज़ (arabinose), जाइलोज़ (xylose), गैलेक्टोज़ (galactose) तथा मैनोज़ (Mannose) शर्करा प्राप्त होता है, जिससे पता लगता है कि ये सर्करायें हेमी सेल्युलोज़ में अरैबन (Araban), जाइलन (xylan), गैलेक्टन (Galacton) तथा मैनन (Mannan) पोली सैकराइड के रूप में रहते हैं। इन सभी में पेन्टोजन्स हेमी सेल्युलोज़ अधिक पाया जाता है।.

II. सुबेरिन तथा क्यूटिन (Suberin and Cutin)

यह शब्द उन पदार्थों के लिए उपयोग किया जाता है जिसके कारण कोशिका

भित्ति से जल प्रवेश नहीं कर पाता, अर्थात् भित्ति में अपार गम्यता (impermeability) का गुण आ जाता है। चूँकि ये पदार्थ सेल्युलोज़ तथा वसीय या मोम के प्रकृति के पदार्थों के रसायनिक संयोग से बने हैं, इसलिए इन्हें एडिपो सेल्युलोज (Adipo cellulose) या क्यूटो सेल्युलोज़ (Cuto cellulose) भी कहा जाता है। ये पदार्थ पानी में तथा वसीय विलेयकों (fatty solvents) में अघुलनशील हैं, तथा सांद्र गंधक के अम्ल (Conc. H_2SO_4) से अप्रभावित रहते हैं, परन्तु नाइट्रिक व क्रोमिक अम्ल द्वारा तुरन्त आक्सीकृत (oxidize) तथा गर्म क्षारीय घोल में घुल जाते हैं। इन्हें वसा अभिरंजकों (fat stains) जैसे सुदान III (Sudan III) या स्कार्लेट लाल (Scarlet red) से अभिरंजक किया जा सकता है।

III. पेक्टिक पदार्थ (Pectic Substances)

पेक्टिक पदार्थ सेल्युलोज तथा म्यूसिलेज़ (Mucilage) यौगिकों से मिलकर बना है, जो कि कोशिका भित्ति में पाया जाता है। अधिकांश रूप में यह फलों के पैरेन काइमेटस ऊतियों (Paren chymatous tissues) में पाया जाता है, जैसे—सेब, नाशपाती, गाजर, चोकन्दर इत्यादि। पेक्टिक पदार्थ मुरब्बा (Jam) तथा फलों के संरक्षण (Preservation) में महत्वपूर्ण भाग लेता है।

कोशिका भित्ति के अन्य अवयवों की अपेक्षा पेक्टिक पदार्थ अस्थिर (unstable) है। जब इन्हें अम्ल या क्षार से उपाचारित करते हैं तो इनमें उपस्थित बन्ध (linkages) टूट जाते हैं। पौधों में इन पदार्थों का निर्माण उस समय अधिक होता है, जब कि पौधों में उपापचय (metabolism) तथा वृद्धि अपनी चरम सीमा पर रहती है। पेक्टिक यौगिक भिन्न-भिन्न संगटन (composition) के होते हैं, परन्तु मुख्य अवयव निम्न हैं—

(1) गैलेक्टुरोनिक अम्ल (Galacturonic acid)—about 64 to 84%

(2) गैलेक्टोज़ (Galactose)
(3) अरैबिनोज़ (Arabinose)
(4) मिथाइल एलकोहल (Methyl alcohol)
} about 36 to 16%

(1–2) पेक्टिक अम्ल तथा पेक्टेट (Pectic acid and Pectate)—सभी पेक्टिक पदार्थ पेक्टिक अम्ल से प्राप्त होते हैं। भिन्न-भिन्न स्रोतों से प्राप्त पेक्टिक अम्लों में गैलेक्टुरोनिक अम्ल, गैलेक्टोज़ तथा अरैबिनोज़ की मात्रा भिन्न-भिन्न होती है। एक सूत्र के अनुसार गैलेक्टुरोनिक अम्ल का चार अणु तथा गैलेक्टोज व अरेबिनोज के एक-एक अणु जब मिलते हैं तो छै वलय (ring) का पेक्टिक अम्ल बनता है। कुछ पदार्थों में अरैबिनोज तथा गैलेक्टुरोनिक अम्ल के क्रमशः एक तथा चार अणु के संयोग से यह अम्ल बनता है। पेक्टिक अम्ल पानी में थोड़ा ही घुलनशील

है। यह क्षार से संयोग करके घुलनशील पेक्टेट तथा क्षारीय मृदा (alkaline earth) के धातु से संयोग करके अघुलनशील पेक्टेट बनाता है, जिसमें कैल्शियम पेक्टेट अधिक पाया जाता है तथा मध्य लैमेला का यह अधिकांश भाग है। पेक्टिक अम्ल अधिक पके हुये तथा सड़ने वाले फलों में मुख्य रूप से पाया जाता है।

(3) पेक्टोज (Pectose)—वे पेक्टिक पदार्थ जो कि पानी में अघुलनशील हैं, पेक्टोज कहलाते हैं। कुछ वैज्ञानिकों का मत है कि जब फल पकने लगता है तो पेक्टोज एन्जाइम के द्वारा पेक्टिन में बदल जाता है, जो कि पानी में घुलनशील है। मुख्य पेक्टोज दो हैं—

(a) प्रोटोपेक्टिन (Protopectin)
(b) पेक्टिनोजेन (Pectinogen)

(4) पेक्टिन (Pectin)—यह पेक्टिक अम्ल का मिथाइल ईस्टर (ester) है। पेक्टिन के निम्न गुण हैं :

(1) पानी में घुलनशील होता है।
(2) एल्कोहल द्वारा अवक्षेपित किया जा सकता है।
(3) इसका मणिभिकरण (Crystallize) नहीं किया जा सकता।
(4) कुछ वैज्ञानिकों के अनुसार इसका सूत्र $C_{17}H_{24}O_{10}$ है।
(5) यह कोशिका भित्ति के प्राथमिक तथा द्वितीयक भाग में पाया जाता है।
(6) इसमें जेली (Jelly) बनाने का गुण होता है।
(7) अधिक गर्म करने से इसका जेली बनाने का गुण नष्ट हो जाता है।

प्रोटोप्लाज्म (Protoplasm)—प्रोटोप्लाज्म कोशिकाओं का जीवित भाग है जो कि कोशिका भित्ति द्वारा घिरा रहता है। इसमें प्रोटीन, वसा, घुले खनिज पदार्थ तथा कुछ अन्य पदार्थ पाये जाते हैं। यह कलिल (Colloidal) प्रकृति का होता है, जिसके कारण इसमें अभिरंजन (Staining) तथा अधिशोषण (adsorption) गुण आ जाता है।

जीवित प्रोटोप्लाज्म को विश्लेषित (analyse) नहीं किया जा सकता क्योंकि जब इसे किसी भी विधि से विश्लेषित किया जाता है तो यह जीव रहित हो जाता है। प्रोटोप्लाज्म को केवल मृतक अवस्था में ही विश्लेषित किया जा सकता है। इसमें 80 से 90 प्रतिशत तक पानी तथा बाकी कार्बनिक तथा अकार्बनिक यौगिक रहता है। प्रोटोप्लाज्म के सूखे भार के आधार पर अकार्बनिक पदार्थ 5 से 7 प्रतिशत तक रहता है जिसमें मुख्य रूप से Mg, K, Na, Ca तथा Fe के Cl, PO_4 SO_4 व CO_3 पाया जाता है। कार्बनिक अवयवों में खासतौर से प्रोटीन कार्बोहाइड्रेट तथा वसीय पदार्थ पाया जाता है। प्रोटोप्लाज्म में नाइट्रोजनमय पदार्थ

40 से 50 प्रतिशत तथा कार्बोहाइड्रेट व वसा प्रत्येक सूखे भार के आधार पर 12 से 14 प्रतिशत तक पाया जाता है । इसमें सबसे महत्वपूर्ण गुण संघटन (Organisation) का होता है । प्रोटोप्लाज्म चार भागों से मिल कर बना है—(1) सायटोप्लाज्म (Cytoplasm), (2) न्यूक्लियस (Nucleus), (3) प्लास्टिड (Plastid), (4) माइटोकांड्रिया (Mitochondria) । प्रोटोप्लाज्म के अन्य गुण निम्न हैं—

(1) प्रोटोप्लाज्म श्यान (Viscous) तथा श्लेष्मिक (Slimy) होता है ।

(2) इसमें संलाग (Cohesion) का गुण पाया जाता है ।

(3) यह पानी से भारी होता है ।

(4) यह प्रत्यास्थ (elastic) होता है तथा गर्म करने पर स्कंदित (Coagulate) हो जाता है ।

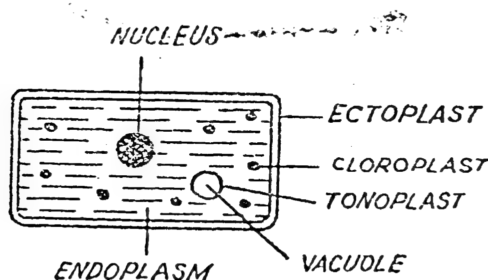
(5) यह कलिल (Colloid) प्रकृति का होता है ।

(6) यह पानी में अमिश्र्य (Immiscible) है ।

(7) प्रोटोप्लाज्म में प्रत्यास्थ (Elastic), दृढ़ता (Rigidity), विस्तारणीयता (Extensibility) तथा अंतर्ग्रहण (Imbibition) का गुण पाया जाता है ।

सायटोप्लाज्म (Cytoplasm)—प्रोटोप्लाज्म का यह भाग न्यूक्लियस के चारों ओर रहता है । सायटोप्लाज्म के कार्य के बारे में अभी ठीक से लोगों को ज्ञात नहीं हुआ है । इसका रासायनिक तथा भौतिक गुण प्रोटोप्लाज्म का सबसे अधिक तरल पदार्थ है । इसे तीन भागों में विभक्त किया गया है :

(1) एक्टोप्लास्ट (Ectoplast)
(2) टोनोप्लास्ट (Tonoplast)
(3) एन्डोप्लास्म (Endoplasm)



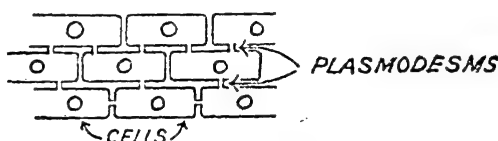
चित्र १—पादप कोशिका

कोशिका भित्ति के पश्चात् जो झिल्ली रहती है उसे एक्टोप्लास्ट तथा वैकुओल के ऊपर की झिल्ली को टोनोप्लास्ट कहते हैं । इन दोनों झिल्लियों के मध्य में

११६१

जो पदार्थ भरा रहता है, उसे एन्डोप्लाज्म कहते हैं। जब कोई पदार्थ बाहर से अन्दर या रसधानी (Vacuole) से बाहर जाता है तो वह सायटोप्लाज्म से होकर जाता है। बर्नार्ड (Bernard) का यह अनुमान कि सायटोप्लाज्म में विघटन उपचयन (destructive metabolism) होता है। कुछ वैज्ञानिकों ने यह बताया कि बहुत-सी कोशिकाएँ एक दूसरे से पतले धागे के समान सायटोप्लाज्म पदार्थ से जुड़ी रहती हैं, जिसके द्वारा पदार्थों का आदान-प्रदान होता है, इसे प्लास्मोडेस्मा (Plasmodesma) कहते हैं।

यह कलिल (Colloid) के प्रकृति का होता है। सायटोप्लाज्म का अधिकांश भाग प्रोटीन से बना है। इसके अतिरिक्त इसमें फास्फोलाइपिड (Phospholipid) तथा कुछ लोगों के मतानुसार घुलनशील कार्बोहाइड्रेट्स तथा अकार्बनिक आयन (Inorganic ions) पाये जाते हैं। इसमें उपापचयक उत्पाद (Metabolic Product) भी पाया जाता है। कुछ वैज्ञानिकों ने यह निरीक्षण किया है कि इसमें R N A (Ribo Nucleic Acid) पाया जाता है।



चित्र २—प्लास्मोडेस्म द्वारा कोशिकाओं का सम्बन्ध

न्यूक्लियस (Nucleus)—यह प्रोटोप्लाज्म का मुख्य भाग है जिसमें प्रजनन (Reproduction) तथा कोशिका विभाजन की क्षमता पाई जाती है। यह गोले अथवा दीर्घवृत्तजीय (ellipsoidal) आकार का होता है। न्यूक्लियस का ऊपरी भाग एक झिल्ली का होता है, जिसके अन्दर गाढ़ा द्रव भरा रहता है इसे न्यूक्लियस सार (nucleus sap) या कैरियोलिम्फ (Karyolymph) कहते हैं। इसमें न्यूक्लियो प्रोटीन (Nucleo Protein) सायटोप्लाज्म की अपेक्षा काफी अधिक पाया जाता है जोकि क्रोमोजोम्स (chromosomes) में रहता है। न्यूक्लियस में न्यूक्लियो प्रोटीन दो पदार्थों के रसायनिक संयोग से बनता है :

1. न्यूक्लियिक अम्ल (Nucleic acid); 2. प्रोटीन।

न्यूक्लियस में न्यूक्लियिक अम्ल अधिकतर DNA के रूप में रहता है। अधिकांश RNA तथा DNA न्यूक्लियो प्रोटीन के रूप में रहते हैं। कुछ वैज्ञानिकों का यह अनुमान है कि क्रोमोजोम्स में पाये जाने वाले जीन (genes) न्यूक्लियिक अम्लों या न्यूक्लियो प्रोटीन से बने हैं, तथा DNA न्यूक्लियस व RNA

सायटोप्लाज्म में पाया जाता है । बर्नार्ड (Bernard) तथा अन्य लोगों का यह अनुमान है कि न्यूक्लियस में रचनात्मक उपापचयन (Constructive metabolism होता है । यह उपापचयन बहुत से एन्जाइम्स के द्वारा होता है जो कि न्यूक्लियस में पाया जाता है । न्यूक्लियस का व्यास 5 μ से 25 μ तक का होता है ।

न्यूक्लियस के सूखे भार का 70% प्रोटीन, 3% लाइपिडें, करीब 10% DNA तथा 2 से 3% RNA का रहता है । इसमें आक्सीकरण करने वाले एन्जाइम्स नहीं पाये जाते ।

प्लैस्टिड (Plastid)—ये प्रोटोप्लाज्म के वे अंग हैं जो कि सायटोप्लाज्म के प्रकृति के होते हैं तथा कुछ प्रकार के शरीर क्रियात्मक (Physiological) कार्य करते हैं । प्लैस्टिड हरे पौधों के सभी कोशिकाओं में पाया जाता है । इसमें कुछ प्रकार के पिगमेंट पाये जाते हैं, जिनके कारण पौधों में रंग उत्पन्न हो जाता है । ये तीन प्रकार के होते हैं ।

(1) हरिम कणक या क्लोरोप्लास्ट (Chloroplast)
(2) रङ्ग कणक या क्रोमोप्लास्ट (Chromoplast)
(3) श्वेत कणक या लिउकोप्लास्ट (Leucoplast)

हरिम कणक (Chloroplast)—इसमें पर्ण हरिम (Chlorophyll) पिगमेंट पाया जाता है, जिसके कारण इसका रङ्ग हरा रहता है । यह अधिकतर उन कोशिकाओं में पाया जाता है जिन पर सूर्य की किरणें पड़ती रहती हैं । ये सायटोप्लाज्म के परिधि (Peripheral) भाग में मुख्य रूप से पाये जाते हैं । कोशिकाओं में इनकी संख्या भिन्न-भिन्न होती है जोकि हरिम कणक के आकार के ऊपर निर्भर करती है । कोशिकाओं में जितने ही छोटे आकार के हरिम कणक होंगे उतनी ही उनकी संख्या अधिक होगी । प्रीस्टले तथा इर्विन ने 1907 में यह बताया कि पर्ण हरिम कणक के परिधि वलय (Peripheral ring) में ही पाई जाती है जिसे इन लोगों ने दो प्रकार के जीवों में देखा ।

जर्कले (Zirkle) ने 1926 में यह बताया कि हरिम कणक सायटोप्लाज्मिक पदार्थ से बना होता है जिसके मध्य में रसधानी (Vacuole) रहता है इसमें छोटे-छोटे रिक्त स्थान (Pore space) रहते हैं जिनका सम्बन्ध रसधानी तथा हरिम कणक के बाहर उपस्थित सायटोप्लाज्म से रहता है । हरिम कणक के सायटोप्लाज्मिक पदार्थ में ही चारों तरफ बराबर पर्ण हरिम बिखरा रहता है । रसधानी (Vacuole) में स्टार्च पाया जाता है । ऊँचे जाति वाले पौधों की कोशिकाओं में हरिम कणक की संख्या विखंडन (fission) प्रक्रम द्वारा बढ़ती है । इस प्लास्टिड के द्वारा पौधों में कार्बोहाइड्रेट का निर्माण होता है ।

सूखे भार के आधार पर इसमें करीब 50% प्रोटीन, 35% लाइपिड तथा 7% पिगमेंट पाया जाता है। इसमें RNA तथा DNA दोनों ही पाया जाता है।

CHLOROPHYLL
VACUOLE
STARCH GRAIN
CYTOPLASM
CHLOROPLAST

चित्र ३—क्लोरोप्लास्ट

रङ्ग कणक (Chromoplast)—यह वह प्लास्टिड है जिसमें लाल, पीला, या नारङ्गी रङ्ग का पिगमेंट पाया जाता है। रङ्ग कणक अधिकतर फूलों के पंखड़ियों तथा पके फलों में पाया जाता है। ये हरिम कणक अथवा श्वेत कणक से उत्पन्न होते हैं। अभी तक इनके शरीर क्रियात्मक (Physiological) कार्य के सम्बन्ध में कुछ भी मालूम नहीं हो सका है।

श्वेत कणक (Leucoplast)—श्वेत कणक उन प्लास्टिडों को कहते हैं जो सफेद रङ्ग के होते हैं, तथा अधिकतर उन अंगों में पाये जाते हैं जिन पर प्रकाश नहीं पड़ता। श्वेत कणक में स्टार्च अधिक होता है तथा हरिम कणक से अधिक ठोस होता है। इसमें रंजक द्रव्य (Colouring matter) निर्माण करने की क्षमता होती है। श्वेत कणक का सबसे महत्वपूर्ण गुण यह है कि इसमें घुलनशील कार्बोहाइड्रेट से स्टार्च कण बनाने की क्षमता होती है, जो पादक कोशिकाओं में उपस्थित रहती है। यह गुण पशुओं में नहीं पाया जाता, क्योंकि उनमें श्वेत कणक नहीं होता। पौधों के भिन्न अवस्थाओं पर श्वेत कणक अन्य कणकों में बदल जाती है।

$$\text{Leucoplast} \xrightarrow{\text{(growth)}} \text{Chloroplast} \xrightarrow{\text{(ripening)}} \text{Chromoplast}$$

माइटोकांड्रिया (Mitochondria or Chondriosomes)—ये छड़ (rod) के आकार के होते हैं तथा सायटोप्लाज्म में पाये जाते हैं। कुछ वैज्ञानिकों ने यह बताया कि माइटोकांड्रिया आकारिकीय (morphological) दृष्टिकोण से न्यूक्लियस के समान होते हैं। शरीर क्रिया के ज्ञाताओं का यह अनुमान है कि माइटोकांड्रिया के ऊपरी सतह पर संश्लेषण (Synthesis) तथा जलीय विश्लेषण

विघटन (hydrolytic degradation) के प्रक्रम होते हैं। मार्सटन (Marston) ने 1923 में यह बताया कि इसमें प्रोटियोलाइटिक (Proteolytic) एन्जाइम्स पाये जाते हैं, जिनके कारण कोशिकाओं में प्रोटीन का निर्माण होता है। हार्निङ्ग (Horning) तथा पेट्री (Petrie) ने 1927 में कुछ बीजों के अंकुरण के प्रक्रम का अध्ययन किया तथा यह बताया कि अंकुरण के समय विखंडन (Fission) प्रक्रम द्वारा माइटोकांड्रिया की संख्या स्कुटेल्लम (Scutellum) में बढ़ जाती है जो कि एपीथीलियल (epithelial) कोशिकाओं से निकल कर एन्डोस्पर्म (endosperm) में प्रवेश करती है। एन्डोस्पर्म में स्टार्च पाया जाता है जिसे माइटोकांड्रिया में उपस्थित एन्जाइम घुलनशील अवस्था में कर देती हैं। इसके अतिरिक्त और बहुत से एन्जाइम्स पाये जाते हैं जो कि क्रेब चक्र में भाग लेते हैं। DPN-cytochrome reductase तथा TPN-cytochrome reductase दोनों एन्जाइम्स माइटोकांड्रिया में उपस्थित रहते हैं। इसके सूखे भार का 40% प्रोटीन, 25% फास्फोलाइपिड तथा 5% RNA रहता है।

रसधानी (Vacuole)—सायटोप्लाज्म के बढ़ जाने के कारण तथा उसमें विभिन्न प्रकार के रासायनिक प्रातिक्रियाओं के कारण उत्पन्न गैस के कारण बहुत से छोटे-छोटे रिक्त स्थान उत्पन्न हो जाते हैं जिसमें पानी तथा पानी में घुलनशील पदार्थ भर जाता है जिन्हें रसधानी (Vacuole) कहते हैं। जब कोशिका का आकार बढ़ने लगता है तो ये छोटे-छोटे रसधानी मिल कर बड़े आकार का रसधानी बना लेता है। रसधानी में निम्न पदार्थ पाये जाते हैं :

(1) पानी—यह करीब 98 प्रतिशत तक पाया जाता है।

(2) अकार्बनिक लवण (Inorganic Salts)—रसधानी में Na, K, Mg तथा Ca अधिकांश रूप में पाया जाता है।

(3) कार्बोहाइड्रेट (Carbohydrate)—इसमें इक्षु शर्करा (Cane sugar) माल्टोज, ग्लूकोज, फ्रुक्टोज, डेक्सट्रिन तथा इनुलिन कार्बोहाइड्रेट के रूप में पाया जाता है।

(4) नाइट्रोजनमय यौगिक (Nitrogenous Compounds)—इसमें प्रोटीन, एमिनो अम्ल, एमाइड, प्रोटिओजेज तथा पेप्टोन्स मुख्य हैं।

(5) एन्जाइम्स (Enzymes)—रसधानी में पाये जाने वाले एन्जाइम्स में डायस्टेज (diastase), इनवर्टेज (Invertase), लाइपेज़ (Lipase), इनुलेज (Inulase) तथा प्रोटियोलाइटिक एन्जाइम्स मुख्य हैं।



(6) कार्बनिक अम्ल (Organic acids)—यह स्वतन्त्र तथा संयुक्त दोनों रूपों में पाया जाता है। आक्जैलिक (Oxalic), मैलिक (malic), सायट्रिक (citric), टार्टैरिक (Tartaric), टैनिक (Tannic), एसिटिक (acetic) तथा फार्मिक (Formic) अम्ल रसधानी में मुख्य रूप से पाया जाता है।

(7) गैस (Gas)—रसधानी में कुछ गैस भी पाया जाता है जिसमें आक्सीजन तथा कार्बन डाई आक्साइड मुख्य हैं।

कभी-कभी रसधानी में फ्लैवोन (Flavone) अथवा ऐन्थोसायनिन पिगमेंट (Anthocyanin Pigment) भी पाया जाता है जो कि बहुत से फूलों को रङ्ग प्रदान करता है।



कार्बोहाइड्रेट्स | २
Carbohydrates

परिचय (Introduction)—कार्बोहाइड्रेट एक कार्बनिक (organic) यौगिकों का वर्ग है जो कि पौधों में अधिकांश रूप से पाया जाता है। पौधों के अतिरिक्त यह अन्य जीव पदार्थों में भी कुछ अंशों में पाया जाता है। यह यौगिक कार्बन (C), हाइड्रोजन (H) तथा आक्सीजन (O) तत्वों से मिलकर बना है। जिसमें हाइड्रोजन (H) तथा आक्सीजन (O) के बीच 2 : 1 का अनुपात अधिकतर पाया जाता है। इस अनुपात के कारण कार्बोहाइड्रेट्स को $C_m(H_2O)_n$ सूत्र द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं, परन्तु प्रकृति में कुछ ऐसे भी यौगिक हैं जिन्हें उपर्युक्त सूत्र द्वारा तो प्रदर्शित किया जा सकता है परन्तु उनके गुण कार्बोहाइड्रेट्स के गुणों से बिल्कुल भिन्न हैं, जैसे—फार्मलडिहाइड ($HCHO$ या CH_2O), लैक्टिक एसिड ($CH_3CHOHCOOH$ या $C_3H_6O_3$) तथा एसिटिक एसिड (CH_3COOH या $C_2H_4O_2$) इनके अतिरिक्त कुछ ऐसे भी अपवाद हैं, जिन्हें उपरोक्त सूत्र द्वारा तो प्रदर्शित नहीं किया जा सकता; परन्तु उनके गुण अन्य कार्बोहाइड्रेट्स के गुणों से मिलते-जुलते हैं, जिनके कारण उन्हें कार्बोहाइड्रेट के वर्ग में ही रक्खा गया है, जैसे रैम्नोज (Rhamnose) तथा फ्यूकोज (Fucose); जिनका सूत्र $C_6H_{12}O_5$ है। इन कारणों से यह कहना उचित न होगा कि कार्बोहाइड्रेट कार्बन (C) का हाइड्रेट (Hydrate) है।

साधारण गुण (General Properties)—कार्बोहाइड्रेट्स के साधारण गुण निम्न हैं—

(1) आक्सीकरण (Oxidation)—जब कार्बोहाइड्रेट के सदस्यों को आक्सीजन से संयोग कराया जाता है तो अम्ल (acid) प्राप्त होता है जिससे यह मालूम होता है कि कार्बोहाइड्रेट में एल्डिहाडिक वर्ग ($-CHO$) या कीटोनिक वर्ग ($>C=O$) उपस्थित हैं।

(2) अवकरण (Reduction)—जब ये हाइड्रोजन (H) से संयोग करते हैं तो पाली हाइड्राक्सी एलकोहल (Polyhydroxy alcohol) बनता है, जिससे

यह मालूम होता है कि कार्बोहाइड्रेट में एल्डिहाडिक (–CHO) या कीटोनिक (>C=O) वर्ग के अतिरिक्त हाइड्राक्सिल (–OH) वर्ग भी उपस्थित है। क्योंकि अवकरण प्रतिक्रिया में हाइड्रोजन (H) एल्डिहाइडिक या कीटोनिक वर्ग से संयोग करके एक ही हाइड्राक्सिल (OH) वर्ग बनाता है जबकि पाली हाइड्राक्सी एलकोहल में कई हाइड्राक्सिल वर्ग उपस्थित हैं।

(3) उभयधर्मी गुण (Amphoteric property)—कार्बोहाइड्रेट तनु अम्ल (weak acid) तथा तनु क्षार (weak base) की तरह संयोग करते हैं जिसके कारण ये उभयधर्मी (Amphoteric) कहलाते हैं। जब ये सांद्र अम्लों (Strong acids) या सांद्र समाक्षारों से संयोग करते हैं तो एस्टर (Ester) तथा लवण (Salts) बनता है।

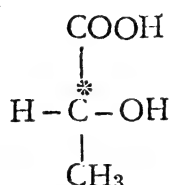
(4) फेहलिंग तथा टालेंस परीक्षण (Fehlings and Tollens test)—कार्बोहाइड्रेट के सदस्यों में एल्डिहाइडिक (-CHO) या कीटोनिक (>C=O) वर्ग पाया जाता है जिसके कारण ये फेहलिंग के घोल तथा सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल (Ammonical solution of $AgNO_3$) को अवकरित (Reduce) कर देते हैं।

(5) मालिश परीक्षण (Molish test)—कार्बोहाइड्रेट के घोल में कुछ बूँदें अल्फा नैफथाल (α-naphthol) मिलाकर जब धीरे-धीरे सांद्र गन्धक का अम्ल (Con. H_2SO_4) किनारे से डालते हैं तो दो तरलों (liquids) के बीच में बैंगनी रंग (Violet Colour) बनता है।

(6) बारफोड परीक्षण (Barfoed's test)—जब शर्करा के घोल में बारफोड घोल (Barfoeds Solution) डाल कर गर्म करते हैं तो बारफोड घोल में उपस्थित क्यूपरिक एसिटेट (Cuperic acetate) अवकरित (Reduce) होकर क्यूपरस आक्साइड (Cuperous oxide) के अवक्षेप (precipitate) में बदल जाता है जो कि ईंट के लाल रंग की तरह होता है। यह प्रतिक्रिया मोनोसैकराइड (Monosacharides) के साथ तीव्र तथा डाई सेकराइड (Disaccharides) के साथ मन्द गति से होती है जिसके कारण इस परीक्षण द्वारा मोनो सैकराइड तथा डाईसैकराइड की पहचान की जा सकती है।

(7) फिनाइल हाइड्राजीन परीक्षण (Phenyl hydrazine test)—जब शर्करा के घोल को फिनाइल हाइड्राजीन के साथ गर्म किया जाता है तो पीले रंग का रवेदार अवक्षेप (Yellow Crystalline Precipitate) बनता है। इस अवक्षेप को ओसाजोन (Osazone) कहते हैं।

(8) असममिति (Asymmetry)—कार्बोहाइड्रेट के सभी सदस्यों में कम-के-कम एक ऐसा कार्बन (C) परमाणु (atom) अवश्य पाया जाता है, जिसके साथ चार भिन्न-भिन्न वर्ग लगे रहते हैं। ऐसे कार्बन परमाणु को एसिमेट्रिक कार्बन परमाणु कहते हैं।



(लैक्टिक एसिड तथा उसका एसिमेट्रिक कार्बन (C*) परमाणु)

(9) प्रकाशीय सक्रियता (Optical activity)—जब कोई पदार्थ ध्रुवित प्रकाश (Polarized light) के तल (Plane) को घुमा देता है तो उस पदार्थ को प्रकाशीय सक्रिय (Optically active) कहते हैं। यदि वह ध्रुवित प्रकाश को दाहिने घुमाता है तो दक्षिणवर्ती (Dextro rotatory) और यदि बायें घुमाता है तो वामावर्ती (Laevorotatory) कहलाता है, जैसे ग्लूकोज (Dextro rotatory) तथा फ्रुक्टोज (Laevorotatory).

साधारण प्रकाश को जब कैल्शियम कार्बोनेट के रवे (Crystale Iceland Spar) से प्रवेश करते हैं तो ये किरणें दो भिन्न-भिन्न दिशाओं में मुड़ जाती हैं जोकि एक दूसरे से समकोण बनाती हैं। प्रत्येक को प्रकाश का ध्रुवित तल (Polarized Plane) कहते हैं।

(10) प्रकाशीय समावयवी (Optical Isomer)—वे कार्बोहाइड्रेट्स जिनके मूलानुपाती सूत्र (empirical formula) समान हों परन्तु एक दूसरे से प्रकाशीय सक्रियता (optical activity) में भिन्न-भिन्न हों तो उन्हें एक दूसरे का प्रकाशीय समावयवी (Optical Isomer) या विन्यास समावयव (Stereo-isomer) कहते हैं, जैसे ग्लूकोज (Glucose) तथा फ्रुक्टोज (Fructose).

(11) ग्लाइकोसाइड का निर्माण (Glycoside Formation)—साधारण कार्बोहाइड्रेट्स एल्कोहल (alcohols) तथा फीनोल (Phenols) से संयोग करके ग्लाइकोसाइड यौगिक बनाते हैं, जैसे—

(i) ऐन्थोसाइनिन (Anthocyanin)—यह नीले लाल रंग का पिगमेंट है।

(ii) ऐन्थोजैन्थिन (Anthoxanthin)—यह पीले रंग का पिगमेंट है।

(12) भौतिक गुण (Physical Properties)—सरल कार्बोहाइड्रेट्स मीठे तथा रवेदार होते हैं जो पानी में घुलनशील होते हैं और एलकोहल में कम तथा

ईथर में अघुलनशील होते हैं। इनका अणुभार ज्ञात किया जा सकता है, परन्तु जटिल कार्बोहाइड्रेट्स स्वादहीन पानी में अघुलनशील तथा अमणिभ (Amorphous) होते हैं इनका अणुभार बहुत अधिक होता है।

उपरोक्त गुणों के आधार पर कार्बोहाइड्रेट्स की परिभाषा निम्न रूप में दी जा सकती है :

परिभाषा (Definition)—कार्बोहाइड्रेट्स पोली हाइड्राक्सी एलकोहल (Polyhydroxy alcohol) का एलडिहाइडिक (aldehydic) या कीटोनिक (Ketonic) संजात् (derivative) है।

महत्वपूर्ण कार्बोहाइड्रेट्स का वर्गीकरण (Classification of Important Carbohydrates)—इन्हें मुख्य चार वर्गों में विभक्त किया गया है। जिनका कि पूर्ण वर्गीकरण नीचे दिया गया है :

I. मोनोसैकराइड्स (Monosaccharides)

(a) पेन्टोजेज (Pentoses)—इनमें कार्बन परमाणु की संख्या पाँच होती है।

(1) एलडोपेन्टोज (Aldopentose) जैसे अरेबिनोज (Arabinose), जाइलोज (xylose) तथा राइबोज (Ribose).

(2) कीटोपेन्टोज (Ketopentose) जैसे—अरेबिनुलोज (Arabinulose).

(b) हेक्सोजेज (Hexoses)—इनमें कार्बन परमाणुओं की संख्या छः होती है।

(1) एल्डोहेक्सोज़ज़ (Aldohexoses) जैसे—ग्लूकोज (Glucose), गैलेक्टोज (Galactose) तथा मैनोज़ (Mannose).

(2) कीटोहेक्सोजेज़ (Keto hexoses) जैसे फ्रक्टोज़ (Fructose).

II. डाई सैकराइड्स (Disaccharides)

ये मोनो सैकराइड्स के दो अणुओं के एनहाइड्राइड (Anhydride) हैं, अर्थात् जब डाई सैकराइड के एक अणु को हाइड्रोलाइज़ (Hydrolyze) करते हैं, तो मोनोसैकराइड का दो अणु प्राप्त होता है।

(1) सुक्रोज (Sucrose)—यह ग्लूकोज के एक अणु तथा फ्रक्टोज के एक अणु का एनहाइड्राइड है।

(2) माल्टोज़ (Maltose)—यह ग्लूकोज के दो अणुओं का एन हाइड्राइड है।

(3) लैक्टोज़ (Lactose)—यह ग्लूकोज के एक अणु तथा गैलेक्टोज के एक अणु का एनहाइड्राइड है।

(4) सेल्लोबियोज (Cellobiose)—यह ग्लूकोज के दो अणुओं का एन-हाइड्राइड है।

III—ट्राई सैकराइड्स (Trisaccharide)

इसमें मोनो सैकराइड के तीन इकाई शर्करा (Sugar) पाई जाती है जो कि हाइड्रोलिसिस (hydrolysis) क्रिया के द्वारा अलग-अलग हो जाते हैं।

(1) रैफिनोज (Raffinose)—यह ग्लूकोज के एक अणु, फ्रक्टोज के एक अणु तथा गैलेक्टोज के एक अणु का एन हाइड्राइड है।

(2) मेलीज़िटोज़ (Melizitose)—यह ग्लूकोज के दो अणु तथा फ्रक्टोज के एक अणु का एनहाइड्राइड है।

IV—पोलीसैकराइड्स (Polysaccharides)

इसमें मोनो सैकराइड की बहुत-सी इकाई शर्करा पाई जाती है—

(a) पेन्टोजन्स (Pentosans)—ये पेन्टोस शर्करा के बहुत से अणुओं के एन हाइड्राइड्स हैं। जैसे :—

(1) अरैबन्स (Arabans)—अरैबिनोज शर्करा के बहुत से अणुओं से बने हैं।

(2) जाइलन्स (Xylans)—इसमें जाइलोज शर्करा के बहुत से अणु पाये जाते हैं।

(b) हेक्सोजन्स (Hexosans)—ये हेक्सोज शर्करा के बहुत से अणुओं द्वारा बने हैं। जैसे—

(1) ग्लूकोजन्स (Glucosans)—ये ग्लूकोज के बहुत से अणुओं से बने हैं। जैसे—

(i) स्टार्च (Starch)
(ii) सेल्यूलोज (Cellulose)

(2) फ्रक्टोजन्स (Fructosans या Levulans) ये बहुत से फ्रक्टोज के अणुओं से मिलकर बने हैं; जैसे—

(i) इनुलिन (Inulin)

(3) मैनन्स (Mannans) : ये मैनोज शर्करा के 90 से 830 अणुओं से मिलकर बने हैं।

(4) गैलक्टन्स (Galactans) : ये गैलेक्टोज शर्करा के 120 अणुओं से मिलकर बने हैं तथा काठ व बीजों में पाया जाता है।

मोनो सैकराइड्स (Monosaccharides)

ये सरल कार्बोहाइड्रेट्स होते हैं, जिनमें कार्बन परमाणु की संख्या 2 से 9 तक पाई जाती है। कार्बन संख्या के आधार पर मोनोसैकराइड्स को कई वर्गों में विभक्त किया गया है :

(उदाहरण)

(1) बायोज (Biose) $C_2H_4O_2$ ग्लाइकोलिक ऐल्डीहाइड (Glycollic aldehyde)

(2) ट्राइओजेज (Trioses) $C_3H_6O_3$ (i) ग्लिसरिक ऐल्डीहाइड (Glyceric aldehyde)
(ii) डाईहाइड्राक्सी ऐसीटोन (Dihydroxy acetone)

(3) टेट्रोज (Tetrose) $C_4H_8O_4$ इराइथ्रोज (Erythrose)

(4) पेन्टोजेज (Pentoses) $C_5H_{10}O_5$ (i) अरैबिनोज (Arabinose)
(ii) राइबोज़ (Ribose)
(iii) ज़ाइलोज़ (Xylose)
(iv) लाइबोज़ (Lybose)
} ये सभी ऐल्डोजेज हैं

(5) मिथाइल पेन्टोज़ (Methyl pentose) $C_6H_{12}O_5$ रैम्नोज (Rhamnose)

6) हेक्सोजेज़ (Hexoses) $C_6H_{12}O_6$ (i) ग्लूकोज़ (Glucose)
(ii) गैलेक्टोज़ (Galactose)
(iii) मैनोज़ (Mannose)
} सभी ऐल्डोजेज़ हैं
(iv) फ्रक्टोज़ (Fructose)
(v) सार्बोज़ (Sorbose)
} दोनों कीटोजेज हैं

(7) सेप्टोजेज़ (Septoses) $C_7H_{14}O_7$ (i) ग्लूकोहेप्टोज़ (Gluco-heptose)
(ii) मैनोहेप्टोज़ (Manno-heptose)

(8) आक्टोजेज़ (Octoses) $C_8H_{16}O_8$

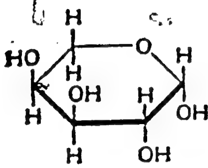
(9) नानोजेज़ (Nonoses) $C_9H_{18}O_9$

प्रकृति में पेन्टोज़ेज़ तथा हेक्सोज़ेज़ बहुत अधिक पाये जाते हैं तथा ये महत्वपूर्ण भी हैं। ये या तो पोलीहाइड्राक्सी ऐल्डीहाइड्स (Poly hydroxy aldehydes) या पोलीहाइड्राक्सी एसीटोन (Poly hydroxy acetone) होते हैं। जीव रसायन के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण होने के कारण यहाँ पर इनका ही वर्णन किया जायगा।

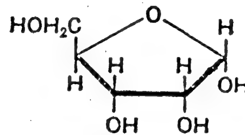
पेन्टोज़ेज़ (Pentoses) $C_5H_{10}O_5$—ये पौधों में पाये जाते हैं, परन्तु इनकी मात्रा हेक्सोजेज (Hexoses) से बहुत कम होती है। पेन्टोज़ेज़ में ऐल्डीहाइडिक वर्ग होने के कारण हाइड्रोसायनिक अम्ल (HCN), हाइड्राक्सिल एमीन (NH_2OH), हाइड्राजीन (NH_2NH_2), फिनाइल हाइड्राजीन ($NH_2NHC_6H_5$), फेहलिंग घोल तथा सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल से संयोग करते हैं। चूँकि ये एसिटिल एनहाइड्राइड (Acetyl anhydrides) से भी

संयोग करते हैं, इसलिए इससे यह पता चलता है कि इनमें हाइड्राक्सिल (OH) वर्ग भी है। पौधों में ये पोलीसैकराइड्स (पेन्टोजन्स) के रूप में पाये जाते हैं, जिन्हें जब हाइड्रोलाइज़ (Hydrolyse) करते हैं तो पेन्टोज़ शर्करा प्राप्त होती है।

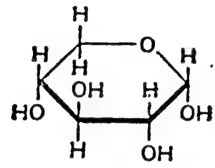
(i) अरैबिनोज (Arabinose)—यह चेरी गम (cherry gum), गम एरैबिक (Gum arabic) तथा मेस्क्यूइट गम (Mesquite gum) के जलीय विश्लेषण (hydrolysis) द्वारा प्राप्त किया जाता है। ये गम (gum) अधिकतर पौधों के पेक्टिन (Pectin) पदार्थ के साथ पाये जाते हैं।



β-L-Arabinopyranose



α-D-Ribofuranose



α-D-Xylopyranose

(ii) जाइलोज़ (Xylose)—जब लकड़ी (Wood) या भूसा (Straw) का जलीय विश्लेषण किया जाता है तो यह शर्करा प्राप्त होता है जिसके कारण इसे उड्सूगर (Wood Sugar) भी कहते हैं।

(iii) राइबोज (Ribose)—यह न्यूक्लिइक अम्ल (Nucleic acid) का एक महत्वपूर्ण अंश है। यह शर्करा न्यूक्लिइक अम्ल के जलीय विश्लेषण द्वारा प्राप्त होती है।

हेक्सोज़ेज (Hexoses) $C_6H_{12}O_6$—ये सफेद, रवेदार, मीठे, पानी में घुलनशील तथा प्रकाशीय सक्रिय (Optically active) होते हैं तथा पौधों में काफी अधिक पाये जाते हैं। इनमें ऐल्डीहाइडिक या कीटोनिक तथा ऐल्कोहलिक वर्ग पाया जाता है, ऐल्डीहाइडिक या कीटोनिक वर्ग के कारण ये हाइड्रोसायनिक अम्ल (HCN), हाइड्राक्सिल एमीन (NH_2OH), हाइड्राज़ीन (NH_2NH_2), फिनाइल हाइड्राज़ीन ($NH_2NHC_6H_5$), फेहलिंग घोल तथा सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल से संयोग करते हैं, पौधों में ये मोनोसैकराइड्स, डाई सैकराइड्स तथा पोलीसैक्राइड्स तीनों रूपों में पाये जाते हैं। मोनोसैकराइड्स के रूप में ग्लूकोज़, गैलेक्टोज़ तथा फ्रक्टोज़ अधिक महत्वपूर्ण हैं। इन्हें दो वर्गों में विभक्त किया गया है :

(i) ऐल्डो हेक्सोज़ेज़ (Aldo-Hexoses)—इनमें ऐल्डीहाइडिक वर्ग पाया जाता है।

(ii) कीटो हेक्सोज़ेज़ (Keto-Hexoses)—इनमें कीटो वर्ग पाया जाता है।

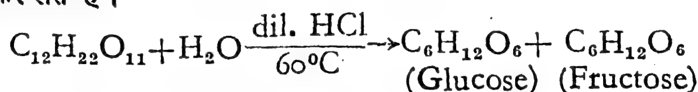
ऐल्डो हेक्सोज़ेज़ (Aldo-Hexoses)

ग्लूकोज़ (Glucose) $C_6H_{12}O_6$—ग्लूकोज़ को डेक्सट्रोज (Dextrose) द्राक्ष शर्करा (Grape-sugar) स्टार्च शर्करा (starch sugar) तथा कार्न शर्करा (corn sugar) के नाम से भी पुकारा जाता है।

प्राप्ति (Occurrence)—अंगूर, आम, केला, शहद, फूलों के नेक्टर (Nectar of flower), रक्त, डायबिटिक पेशाब (Diabetic urine) में ग्लूकोज मोनो सैकराइड्स के रूप में; सुक्रोज, लेक्टोज, तथा माल्टोज में डाइसैकराइड्स के रूप में तथा स्टार्च व सेल्युलोज में पोलीसैकराइड्स के रूप में पाया जाता है।

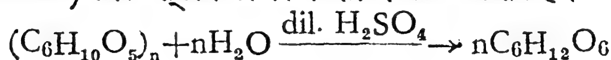
तैयारी (Preparation)—ग्लूकोज कई विधियों द्वारा बनाया जा सकता है।

(i) इक्षु शर्करा के जलीय विश्लेषण द्वारा (By hydrolysis of cane sugar)—जब इक्षु शर्करा (Cane sugar) के घोल का नमक के अम्ल द्वारा जलीय विश्लेषण करते हैं तो ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज का मिश्रण प्राप्त होता है। इसके पश्चात् इसी मिश्रण में ऐल्कोहल डालकर ग्लूकोज को जो ऐल्कोहल में अघुलनशील है, अलग कर लेते हैं।



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[60^\circ C]{dil.\ HCl} \underset{(Glucose)}{C_6H_{12}O_6} + \underset{(Fructose)}{C_6H_{12}O_6}$$

(2) स्टार्च या सेल्युलोज के जलीय विश्लेषण द्वारा (By hydrolysis of starch or cellulose)—इस विधि के द्वारा ग्लूकोज (द्राक्ष-शर्करा) अधिक मात्रा में बनाया जाता है। स्टार्च को गर्म पानी के साथ लेई बना कर गंधक के तनु अम्ल (dil. H_2SO_4) के साथ तब तक गर्म करते हैं जब तक कि यह आयोडीन-घोल (Iodine solution) के साथ नीला रङ्ग दे। इसके पश्चात इसे वाष्पन (evaporate) करके ग्लूकोज को रवे के रूप में प्राप्त कर लेते हैं।



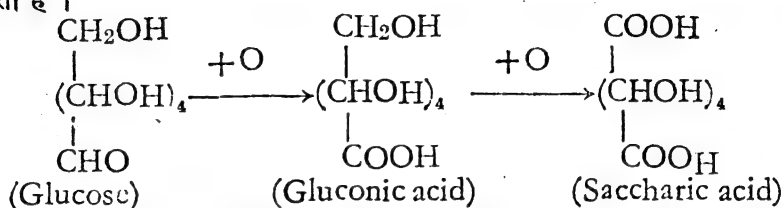
$$\underset{Starch}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{dil.\ H_2SO_4} \underset{Glucose}{nC_6H_{12}O_6}$$

गुण (Properties)

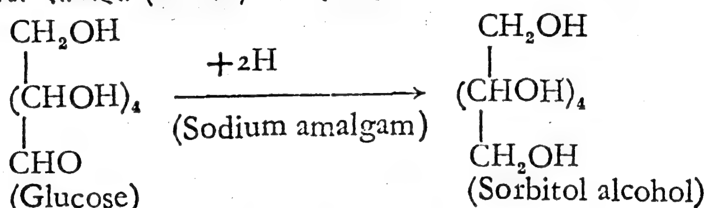
भौतिक गुण (Physical Properties)—ग्लूकोज रङ्गहीन, रवेदार, मीठा तथा पानी में घुलनशील है जो 86°C पर पिघलने लगता है तथा प्रकाशीय सक्रिय (Optically active) व दक्षिणवर्ती (Dextrorotatory) है। इसका विशिष्ट घूर्णन (Specific rotation) $[\alpha]D$ ११२·२° से ५४·२° है। यह परिवर्ती-घूर्णन (mutarotation) प्रदर्शित करती है।

रासायनिक गुण (Chemical properties)

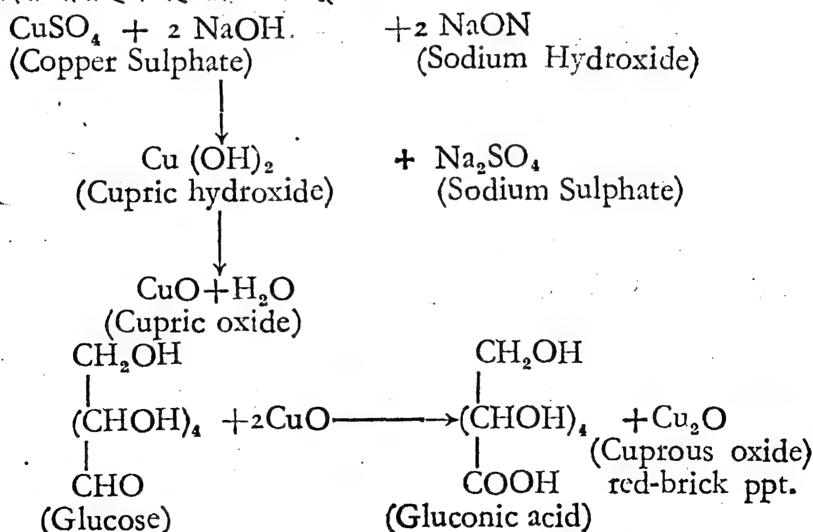
(1) जब ग्लूकोज को नाइट्रिक अम्ल (Nitric acid) से आक्सिडाइज (Oxidise) करते हैं तो सर्वप्रथम ग्लूकोनिक अम्ल तथा अन्त में सैकरिक अम्ल प्राप्त होता है।



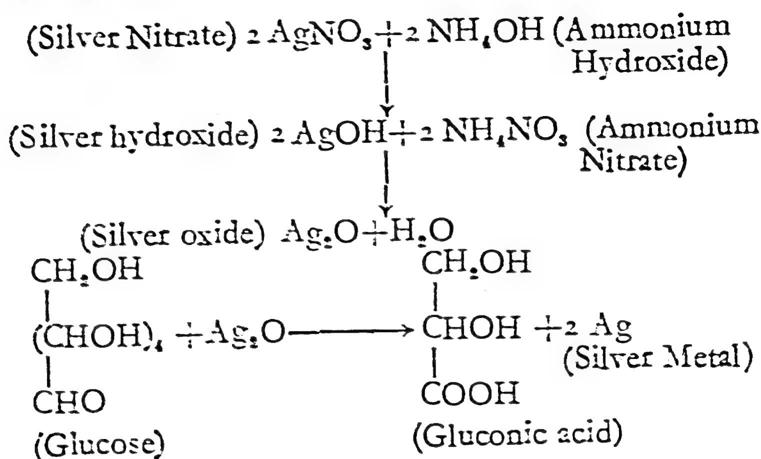
(2) ग्लूकोज को सोडियम एमलगम से अवकरित (reduce) करने पर पोलीहाइड्रोक्सी ऐलकोहल (सोर्बिटाल) प्राप्त होता है।



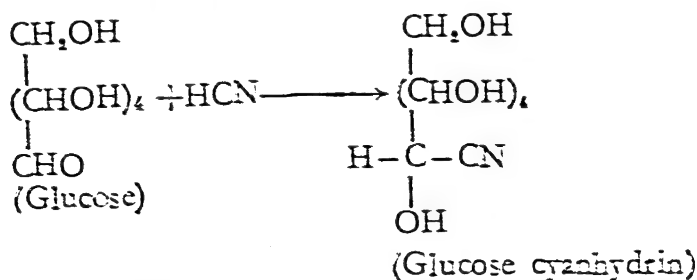
(3) फेहलिंग घोल से प्रतिक्रिया—ग्लूकोज को जब फेहलिंग घोल के साथ गर्म करते हैं तो यह घोल अवकरित (reduce) हो कर नीले रङ्ग से लाल रङ्ग में बदल जाती है। यह लाल रङ्ग क्यूप्रस आक्साइड के कारण होता है।



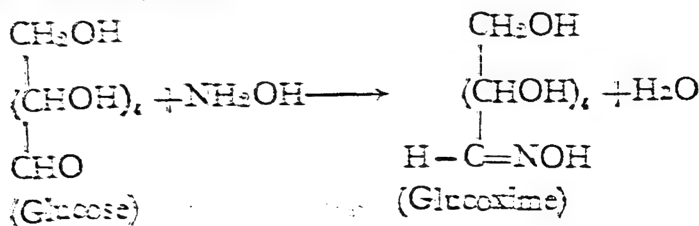
(4) टालेन्स रीएजेन्ट (Tollen's reagent) के साथ प्रतिक्रिया—ग्लूकोज को सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल के साथ गर्म करने पर चाँदी की कलई उस बर्तन में हो जाती है जिसमें इसे गर्म किया जाता है।



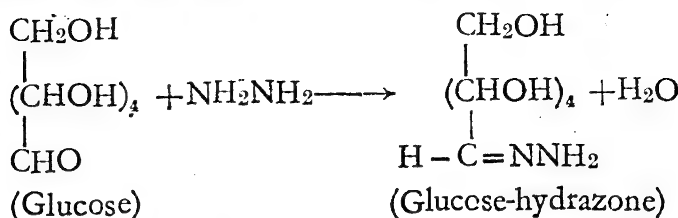
(5) हाइड्रोसायनिक अम्ल (HCN) के साथ प्रतिक्रिया—ग्लूकोज HCN से संयोग करके ग्लूकोज सायनहाइड्रिन (Glucose Cyanhydrin) बनाता है।



(6) हाइड्राक्सिल एमीन (NH_2OH) के साथ प्रतिक्रिया—ग्लूकोज इसके साथ संयोग करके ग्लूकोक्साइम (Glucoxime) बनाता है।



(7) हाइड्रजोन (NH_2NH_2) के साथ प्रतिक्रिया—ग्लूकोज जब हाइड्रजीन के साथ संयोग करता है तो ग्लूकोज हाइड्राजोन बनता है।



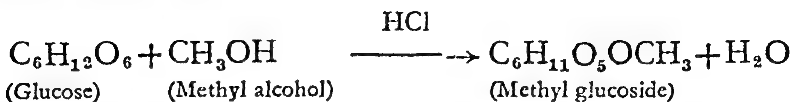
(8) फिनाइल हाइड्रजीन ($NH_2NHC_6H_5$) के साथ प्रतिक्रिया—यह एक बहुत महत्वपूर्ण प्रतिक्रिया है जिसके द्वारा ग्लूकोज को फ्रक्टोज में परिवर्तित किया जा सकता है। जब ग्लूकोज को फिनाइल हाइड्रजीन के साथ संयोग कराते हैं तो सर्वप्रथम ग्लूकोज फिनाइल हाइड्रजोन फिर ग्लूकोजाजोन, इसके पश्चात् ओसोन तथा अन्त में फ्रक्टोज प्राप्त होता है :

$$\underset{\text{(Glucose)}}{\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CHO \end{array}} \xrightarrow[\text{(Phenyl hydrazine)}]{+\ NH_2NHC_6H_5} \underset{\text{(Glucose-Phenyl hydrazone)}}{\begin{array}{l} CH_2OH + H_2O \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ H-C=NNHC_6H_5 \end{array}} \xrightarrow{+\ NH_2NHC_6H_5}$$

$$\underset{\text{(Intermediate Product)}}{\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_3 + \\ | \\ C=O \\ | \\ H-C=NNHC_6H_5 \end{array}} \begin{array}{c} C_6H_5NH_2 \\ \text{Aniline} \\ + \\ NH_3 \end{array} \xrightarrow{+\ NH_2NHC_6H_5} \underset{\text{(Glucosazone)}}{\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ C=NHC_6H_5 \\ | \\ H-C=NNHC_6H_5 \end{array}} \xrightarrow[+2H_2O,\ -2NH_2NHC_6H_5]{\text{Hydrolysis}}$$

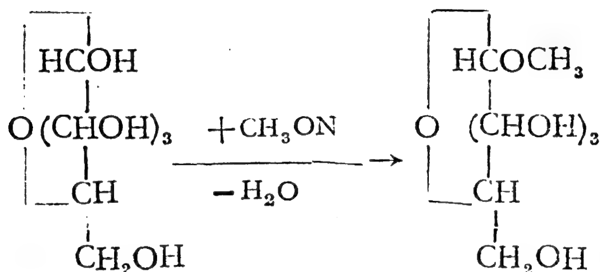
$$\underset{\text{(Osone)}}{\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ C=O \\ | \\ CHO \end{array}} \xrightarrow[\text{Reduction}]{+2H} \underset{\text{(Fructose)}}{\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ C=O \\ | \\ CH_2OH \end{array}}$$

(9) मिथाइल एलकोहल (CH_3OH) के साथ प्रतिक्रिया—ग्लूकोज मिथाइल एलकोहल के साथ संयोग करके मिथाइल ग्लूकोसाइड्स (Methyl glucosides) बनाता है ।



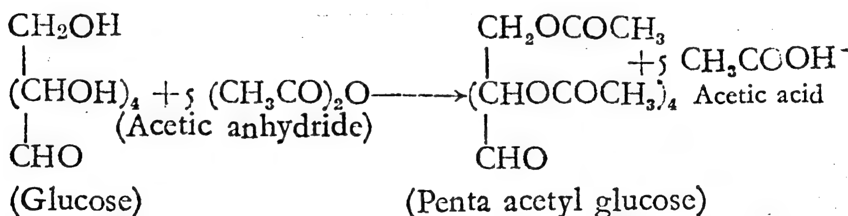
$$\underset{\text{(Glucose)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(Methyl alcohol)}}{CH_3OH} \xrightarrow{HCl} \underset{\text{(Methyl glucoside)}}{C_6H_{11}O_5OCH_3} + H_2O$$

या



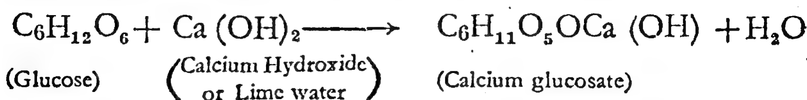
(Ring formula of glucoes) (L-methyl glucoside)

(10) एसीटिक एनहाइड्राइड [$(CH_3CO)_2O$] के साथ प्रतिक्रिया—ग्लूकोज एसिटिल एनहाइड्राइड (Penta acetyl anhydride) से संयोग करके पेन्टा एसीटिल ग्लूकोज (Pentaacetyl glucose) बनाता है । इस प्रतिक्रिया को एसीटिलीकरण (Acetylation) कहते हैं ।



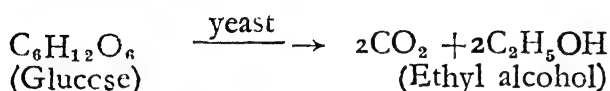
(Glucose) (Penta acetyl glucose)

(11) चूने के पानी (Lime water) के साथ प्रतिक्रिया—ग्लूकोज चूने के पानी [$Ca(OH)_2$] के साथ संयोग कर कैल्शियम ग्लूकोजेट (Calcium glucosate) बनाता है ।



$$\underset{\text{(Glucose)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(Calcium Hydroxide or Lime water)}}{Ca(OH)_2} \longrightarrow \underset{\text{(Calcium glucosate)}}{C_6H_{11}O_5OCa(OH)} + H_2O$$

(12) किण्वन (Fermentation)—ग्लूकोज का घोल ईस्ट (yeast) की उपस्थिति में कार्बन डाइ ऑक्साइड (CO_2) तथा इथाइल एलकोहल (C_2H_5OH) में परिवर्तित हो जाती है।



$$\underset{\text{(Glucose)}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{yeast}} 2CO_2 + \underset{\text{(Ethyl alcohol)}}{2C_2H_5OH}$$

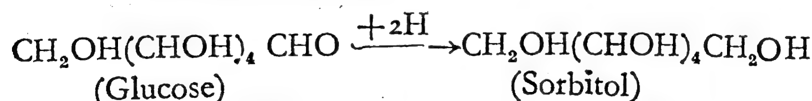
संघटन (Constitution)

(1) ग्लूकोज के विश्लेषण द्वारा यह सिद्ध हुआ है कि इसका सूत्र $C_6H_{12}O_6$ है।

(2) ग्लूकोज का जलीय विश्लेषण (hydrolysis) किसी भी प्रकार से नहीं किया जा सकता जिससे यह सिद्ध होता है कि ग्लूकोज के अणु में कार्बन परमाणु एक दूसरे से जुड़े हुये हैं।

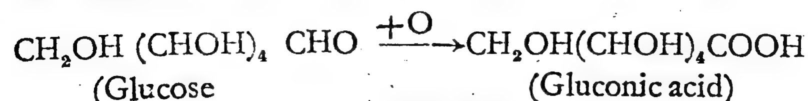
(3) जब ग्लूकोज एसिटिक एनहाइड्राइड से संयोग करता है तो पेन्टा-एसीटिक ग्लूकोज बनता है जिससे यह पता लगता है कि ग्लूकोज के प्रत्येक अणु में पाँच-पाँच हाइड्राक्सिल (OH) वर्ग उपस्थित हैं, और चूँकि एक कार्बन परमाणु से दो या दो से अधिक हाइड्राक्सिल (OH) वर्ग लगे रहने पर एक अस्थिर यौगिक प्राप्त होता है जिससे एक अणु जल प्राप्त होता है, परन्तु ग्लूकोज एक स्थिर (Stable) यौगिक है, इसलिए ग्लूकोज के अणु में पाँच कार्बन परमाणुओं के साथ एक-एक हाइड्राक्सिल (OH) वर्ग जुड़ा हुआ है।

(4) जब ग्लूकोज को सोडियम एमलगम तथा पानी के साथ गर्म करके अवकरित (Reduce) करते हैं, तो हेक्साहाइड्रिक एल्कोहल (Hexahydric alcohol) सारबिटाल प्राप्त होता है।



$$\underset{\text{(Glucose)}}{CH_2OH(CHOH)_4\,CHO} \xrightarrow{+2H} \underset{\text{(Sorbitol)}}{CH_2OH(CHOH)_4CH_2OH}$$

(5) ग्लूकोज आक्सीकृत होकर ग्लूकोनिक अम्ल (Gluconic acid) में बदल जाता है जिसमें कार्बन परमाणु की संख्या वही है जो ग्लूकोज में थी।

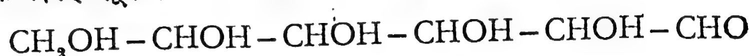


$$\underset{\text{(Glucose}}{CH_2OH\,(CHOH)_4\;CHO} \xrightarrow{+O} \underset{\text{(Gluconic acid)}}{CH_2OH(CHOH)_4COOH}$$



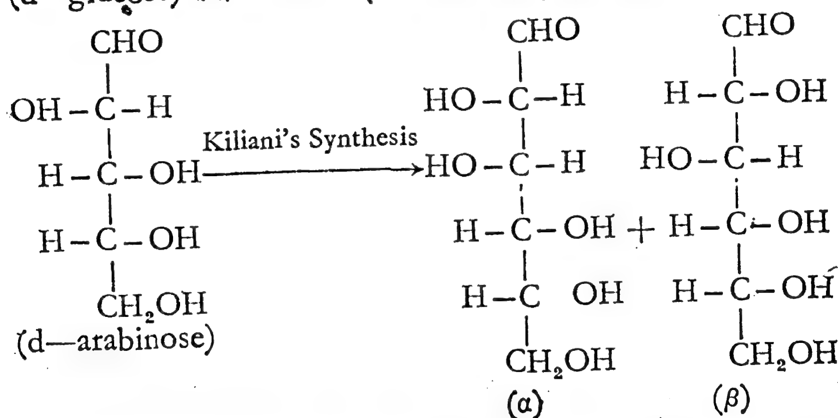
(6) इसके अतिरिक्त यह फेहलिंग घोल तथा टालेन्स रिएजेन्ट को अवकरित (reduce) करता है। तथा HCN, NH_2OH, NH_2NH_2 तथा $NH_2NHC_6H_5$ से भी प्रतिक्रिया करके क्रमशः सायनहाइड्रिन (Cyanhydrln) आक्जाइम (Oxime), हाइड्राजोन (Hydrazone) तथा फिनाइल हाइड्राजोन (Phenyl hydrazone) बनाती है।

उपरोक्त प्रतिक्रिया न० 4, 5 तथा 6 से यह सिद्ध होता है कि ग्लूकोज के प्रत्येक अणु में एक ऐल्डीहाइडिक वर्ग (Aldehydic group;—CHO) भी है जिसके कारण ग्लूलोज को निम्न प्रकार से लिखा जा सकता है।


$$CH_2OH-CHOH-CHOH-CHOH-CHOH-CHO$$

इस सूत्र को वेयर (Baeyer) साहब ने 1870 में बताया था।

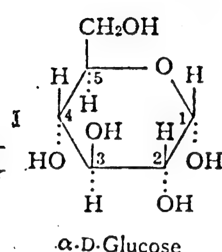
(7) जब d—अरैबिनोज (जिसकी संरचना (Structure) ज्ञात है) का किलियानी संश्लेषण (Kiliani's Synthesis) किया जाता है तो d—ग्लूकोज (d—glucose) तथा d—मैनोज (d—mannose) प्राप्त होते हैं।



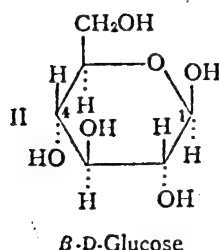
किलियानी संश्लेषण द्वारा प्राप्त यौगिक अल्फा (α) तथा बीटा (β) में केवल एक ही ग्लूकोज को प्रदर्शित कर सकता है। इस संश्लेषण (Synthesis) के द्वारा d-ग्लूकोज (d-glucose) दो हेप्टोज (Heptose) उत्पन्न करता है, जो आक्सीकृत (Oxidise) होकर एक सक्रिय (active) तथा एक निष्क्रिय (inactive) डाइबेसिक (Dibasic) अम्ल देता है। यह तभी सम्भव है जब कि d-ग्लूकोज (d-glucose) की संरचना (Structure) बीटा (β) की भाँति हो क्योंकि यदि d-ग्लूकोज (d-glucose) की संरचना अल्फा (α) मान लिया जाय तो इससे बना

हैप्टोज (Heptose) अक्सीकृत होकर दो सक्रिय (active) डाइवेसिक अम्ल (dibasic acid) देता है।

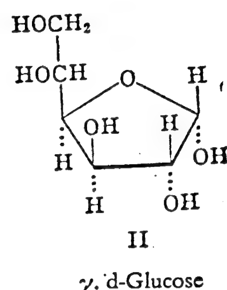
वलय संरचना (Ring Structure)—हावर्थ (Hawarth) ने ग्लूकोज का रिंग संरचना बताया, जो तीन प्रकार के (अल्फा, बीटा तथा गामा) होते हैं। ये तीनों एक दूसरे से विन्यास (Configuration) में भिन्न हैं।



α-D-Glucose



β-D-Glucose



γ-d-Glucose

प्रयोगशाला में ग्लूकोज का परीक्षण (Test of glucose)

(1) फेहलिंग घोल द्वारा (By Fehling's Solution)—ग्लूकोज के घोल में फेहलिंग घोल मिलाकर गर्म करने से घोल का रंग नीले से लाल हो जाता है।

(2) टालेन्स रिएजेन्ट द्वारा (By Tollen's reagent)—ग्लूकोज के घोल में जब इस रिएजेन्ट को मिलाकर गर्म करते हैं तो चाँदी की सफेद चमकदार कलई हो जाती है। [सिल्वर नाइट्रेट ($AgNO_3$) के अमोनिकल घोल को टालेन्स रीएजेन्ट (Tollen's reagent) कहते हैं।)

(3) सोडियम हाइड्राक्साइड के घोल द्वारा (By Sodium Hydroxide solution)—जब इस घोल को ग्लूकोज के घोल में डालकर गर्म करते हैं तो पहले पीले रंग तत्पश्चात् भूरे रंग का रेजिन (Resin) बन जाता है।

उपयोग (Uses)

(1) भोजन के रूप में (As food)
(2) मिठाई तथा जैम्स के बनाने में (Sweet & Jams manufacture)
(3) ऐल्कोहल के बनाने में (Preparation of alcohol)
(4) चाँदी की कलई करने में (Silver Plating).



(5) शरीर में ग्लूकोज की कमी पर यह इंजेक्शन के रूप में दिया जाता है। (As injection);

(6) फलों के परिरक्षी (Preservative) के रूप में प्रयोग होता है।

गैलेक्टोज (Galactose) $C_6H_{12}O_6$

प्राप्ति—(Occurrence)—प्रकृति में गैलेक्टोज स्वतन्त्र रूप से नहीं पाया जाता। लैक्टोज (Lactose) में यह ग्लूकोज के साथ जुड़ा रहता है।

तैयारी (Preparation)—सर्वप्रथम लैक्टोज को तनु गंधक के अम्ल (dil. H_2SO_4) के साथ उबालते हैं और फिर बचे हुये अम्ल को बेरिअम हाइड्राक्साइड [Ba $(OH)_2$] से उदासीन (neutralize) करके बेरिअम सल्फेट ($BaSO_4$) के अवक्षेप (Precipitate) को छान कर अलग कर लेते हैं। अब बचे हुये घोल को गर्म करके गाढ़ा करते हैं तत्पश्चात् ठन्डा होने के लिए छोड़ देते हैं। गैलेक्टोज कम घुलनशील होने के कारण पहले ही रवे के रूप में आ जाता है जिसे ग्लूकोज से अलग कर लेते हैं।

$$\underset{\text{(Lactose)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{Hydrolysis}} \underset{\text{(Glucose)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(Galactose)}}{C_6H_{12}O_6}$$

गुण (Properties)=भौतिक गुण (Physical Properties)—गैलेक्टोज मीठा, रवेदार तथा पानी में घुलनशील होता है। यह दक्षिणावर्ती है।

रसायनिक गुण (Chemical Properties)—गैलेक्टोज में चूँकि ऐल्डीहायडिक (–CHO) वर्ग उपस्थित है इसलिए इसके रासायनिक गुण ग्लूकोज के रासायनिक गुणों से मिलते-जुलते हैं।

गैलेक्टोज की संरचना (Structure of Galactose)

HCOH, HCOH, HOCH, HOCH, HC, CH_2OH (ring via O)

D-Galactopyranose

$HOCH_2$-COH, HOCH, HCOH, HC, CH_2OH (ring via O)

D-Fructofuranose

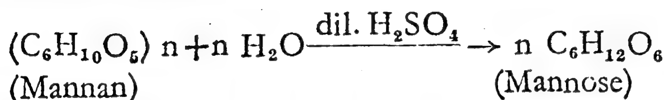
CH_2OH, HO, H, O, H, OH, H, H, OH, H, OH

α-D-Galactopyranose

मैनोज़ (Mannose) $C_6H_{12}O_6$

प्राप्ति (Occurrence)—यह प्रकृति में अधिक नहीं पाया जाता, पोलीसैकराइड के रूप में यह मैनन (Mannan) में पाया जाता है।

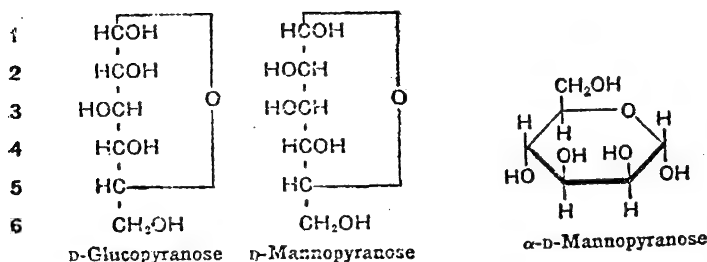
तैयारी (Preparation)—जब मैनन्स पोलीसैकराइड को तनु गंधक के अम्ल (dil. H_2SO_4) के साथ गर्म करते हैं तो इसका जलीय विश्लेषण (Hydrolysis) हो जाता है जिसके द्वारा मैनन से मैनोज प्राप्त हो जाता है।



$$\underset{\text{(Mannan)}}{(C_6H_{10}O_5)\,n} + n\,H_2O \xrightarrow{\text{dil. } H_2SO_4} \underset{\text{(Mannose)}}{n\,C_6H_{12}O_6}$$

गुण (Properties)—यह मीठा, रवेदार, पानी में घुलनशील तथा दक्षिण-वर्ती (Dextrorotatory) होता है। मैनोज में ऐल्डीहाइडिक (–CHO) वर्ग होने के कारण इसके रासायनिक गुण ग्लूकोज से मिलते-जुलते हैं, अर्थात यह भी HCN, NH_2OH, $NH_2\,NH_2$; $NH_2\,NH\,C_6H_5$ इत्यादि से ग्लूकोज ही की भाँति प्रतिक्रिया करता है।

संरचना (Structure)



D-Glucopyranose D-Mannopyranose α-D-Mannopyranose

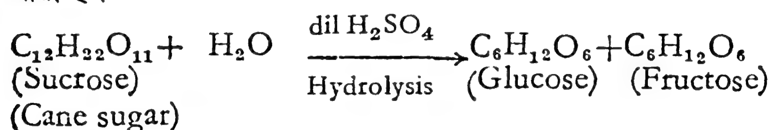
कीटो हेक्सोजेज (Keto-Hexoses)—इस वर्ग में वे छः कार्बन परमाणु रखने वाली शर्करा आते हैं, जिनमें कीटोनिक वर्ग (>C=O) पाया जाता है।

फ्रुक्टोज (Fructose)—$C_6H_{12}O_6$—फ्रक्टोज को फल शर्करा (Fruit sugar) तथा लेवूलोज (Laevulose) भी कहते हैं।

प्राप्ति (occurrence)—फ्रक्टोज शहद, फलों के रस, तथा फूल के नेक्टर (nectar) में पाया जाता है। डाई तथा पोलीसैकराइड के रूप में यह क्रमशः इक्षु शर्करा (Cane sugar) तथा इनुलिन (Inulin) में पाया जाता है।

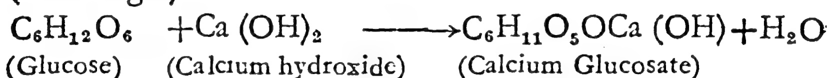
तैयारी (Preparation)—(1) इक्षु शर्करा (Cane-sugar) के जलीय विश्लेषण (hydrolysis) द्वारा—सर्वप्रथम ईख के रस को तनु गंधक के अम्ल के साथ उबाल कर जलीय विश्लेषण (hydrolysis) करते हैं, और फिर बचे हुये अम्ल को बेरियम कार्बोनेट ($BaCO_3$) से उदासीन करते हैं, जिससे बेरियम सल्फेट

($BaSO_4$) बनता है। $BaSO_4$ को छान कर निकाल देते हैं और बचे हुये घोल को गाढ़ा करने के लिए छोड़ देते हैं। अब इसमें चूने को डालते हैं जो ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज दोनों से संयोग करके क्रमशः कैल्शियम ग्लूकोजेट (Calcium glucosate) तथा कैल्शियम फ्रक्टोजेट (Calcium-fructosate) बनाता है। कैल्शियम फ्रक्टोजेट (Calcium-fructosate) कैल्शियम ग्लूकोजेट से कम घुलनशील होने के कारण छानने पर अलग हो जाता है। कैल्शियम फ्रक्टोजेट को अलग करने के पश्चात् इसे पानी में डालकर कार्बन डाइआक्साइड (CO_2) प्रवाहित करते हैं जिससे कैल्शियम फ्रक्टोज का कैल्शियम, CO_2 से संयोग करके कैल्शियम कार्बोनेट का अवक्षेप बना लेता है जिसे छान कर अलग कर लेते हैं। घोल में अब बचे हुये फ्रक्टोज को गाढ़ा करके ठंडा करते हैं जिससे फ्रक्टोज रवे के रूप में प्राप्त हो जाता है।



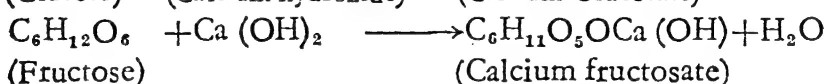
$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{Hydrolysis}]{\text{dil } H_2SO_4} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

(Sucrose) (Cane sugar) → (Glucose) (Fructose)



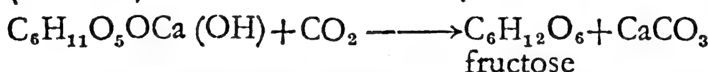
$$C_6H_{12}O_6 + Ca(OH)_2 \longrightarrow C_6H_{11}O_5OCa(OH) + H_2O$$

(Glucose) (Calcium hydroxide) (Calcium Glucosate)



$$C_6H_{12}O_6 + Ca(OH)_2 \longrightarrow C_6H_{11}O_5OCa(OH) + H_2O$$

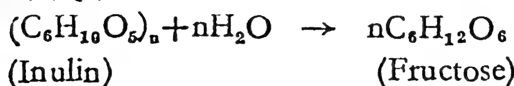
(Fructose) (Calcium fructosate)



$$C_6H_{11}O_5OCa(OH) + CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + CaCO_3$$

fructose

(२) इनुलिन के जलीय विश्लेषण द्वारा (By hydrolysis of Inulin)– इस विधि से फ्रुक्टोज अधिक मात्रा में तैयार किया जाता है। सर्वप्रथम इनुलिन (Inulin) को पानी में घोल कर तनु गन्धक के अम्ल (dil. H_2SO_4) के साथ एक घंटे तक गर्म करते हैं तथा बचे हुए अम्ल को बेरियम हाइड्राक्साइड $Ba(OH)_2$ डाल कर उदासीन कर लेते हैं जिससे बेरियम सल्फेट ($BaSO_4$) का अवक्षेप (Precipitate) प्राप्त होता है। $BaSO_4$ को छान कर अलग कर लेते हैं। बचे हुये घोल को कम दबाव पर गाढ़ा करते हैं, जिसमें फ्रक्टोज धीरे-धीरे रवे के रूप में प्राप्त हो जाता है।



$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$$

(Inulin) (Fructose)

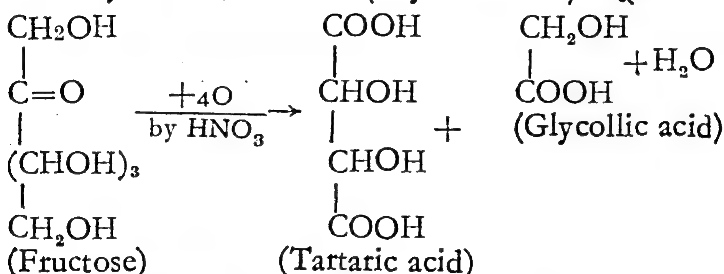
गुण (Properties)

भौतिक गुण (Physical Properties)—फ्रक्टोज एक मीठा रवेदार

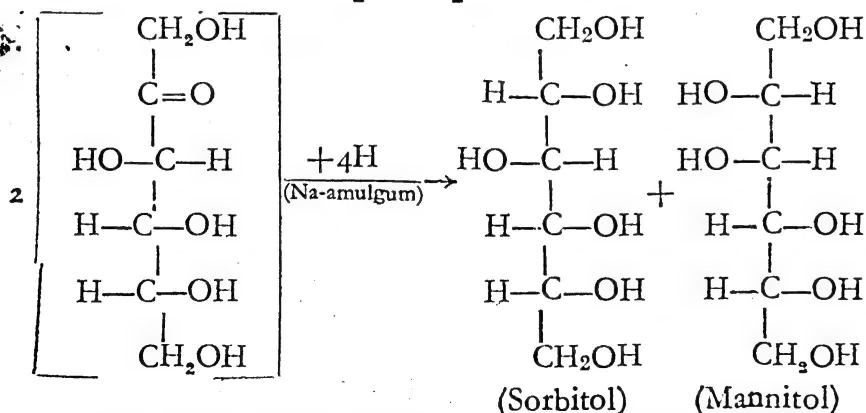
ठोस यौगिक है जो कि 102°C पर पिघलने लगता है, इसी ताप पर इसका विघटन (decomposition) भी आरम्भ होने लगता है। यह वामावर्ती (Laevorotatory) है जिसका विशिष्ट घूर्णन (specific rotation) तुरन्त बने घोल में −160° ([ω]D = −160°) है परन्तु कुछ देर बाद यह घूर्णन −93° हो जाता है। फ्रक्टोज परिवर्ती घूर्णन (mutarotation) भी प्रदर्शित करता है।

रासायनिक गुण (Chemical Properties)

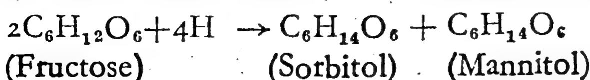
(1) फ्रक्टोज का नाइट्रिक अम्ल (HNO_3) द्वारा आक्सीकरण (Oxidation of Fructose)—नाइट्रिक अम्ल से यह आक्सीकृत होकर टॉर्टरिक अम्ल (Tartaric acid) तथा ग्लाइकोलिक अम्ल (Glycollic Acid) में टूट जाता है।



(2) सोडियम एमल्गम द्वारा फ्रक्टोज का अवकरण (Reduction)—जब फ्रक्टोज सोडियम एमल्गम तथा पानी के साथ गर्म करते हैं तो सार्बिटाल तथा मैनीटाल एल्कोहल में अवकरित [reduce] हो जाता है।



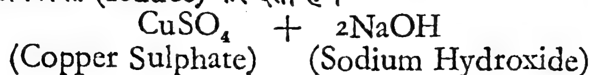
इस प्रतिक्रिया को निम्न समीकरण से भी प्रदर्शित किया जा सकता है।

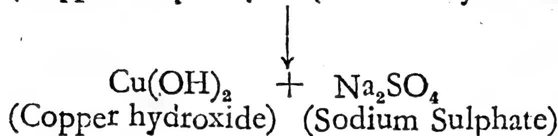


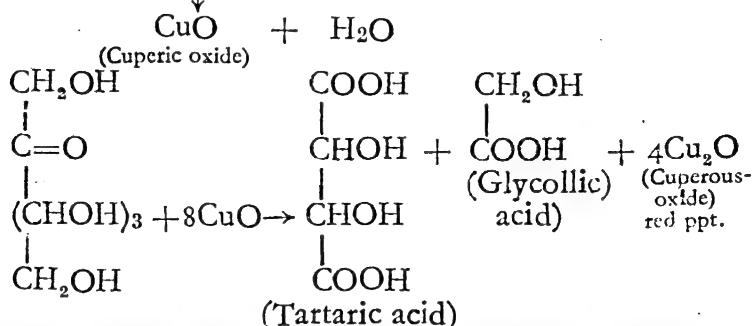
$$2C_6H_{12}O_6 + 4H \rightarrow C_6H_{14}O_6 + C_6H_{14}O_6$$

(Fructose) (Sorbitol) (Mannitol)

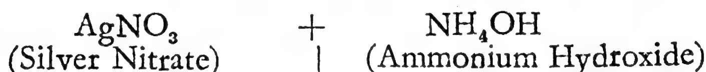
(3) फेहलिंग घोल के साथ प्रतिक्रिया—फ्रक्टोज फेहलिंग घोल को गर्म करने पर अवकरित (reduce) कर देता है।

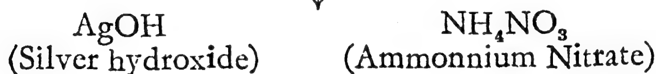


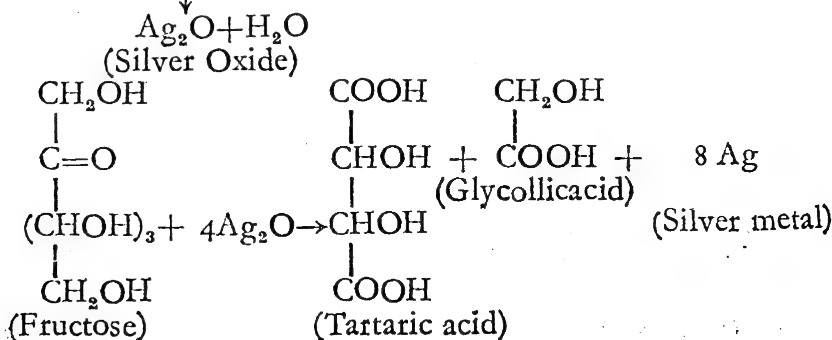




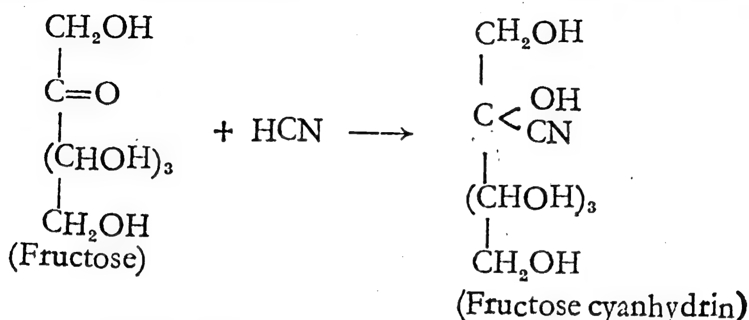
(4) टालेन्स रीएजेन्ट के साथ प्रतिक्रिया—जब फ्रक्टोज को सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल के साथ गर्म करते हैं तो चाँदी की कलई हो जाती है।



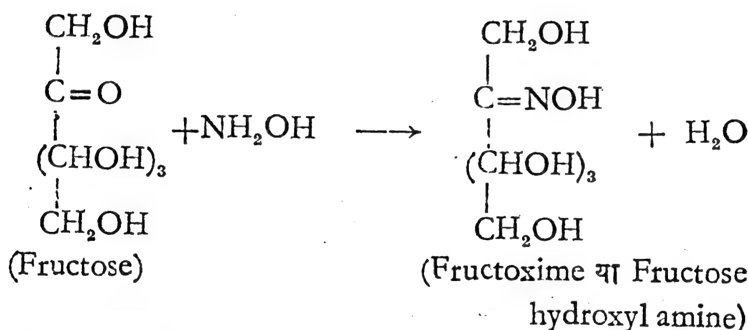




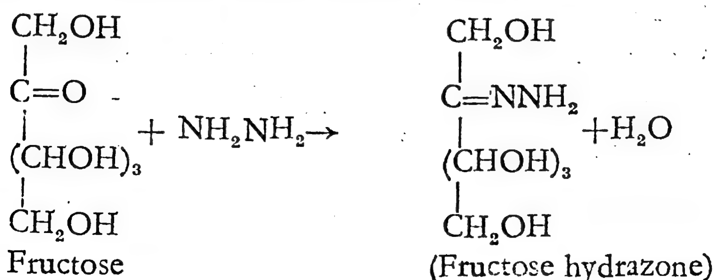
(5) हाइड्रोसायनिक अम्ल (HCN) के साथ प्रतिक्रिया—फ्रुक्टोज HCN से संयोग करके फ्रक्टोज सायनहायड्रीन (Fructose cyanhydrin) बनाता है।



(6) हाइड्राक्सिल एमीन (NH_2OH) के साथ प्रतिक्रिया—फ्रक्टोज जब हाइड्राक्सिल एमीन (Hydroxyl amine) से संयोग करता है तो फ्रक्टाक्जाइम प्राप्त होता है।

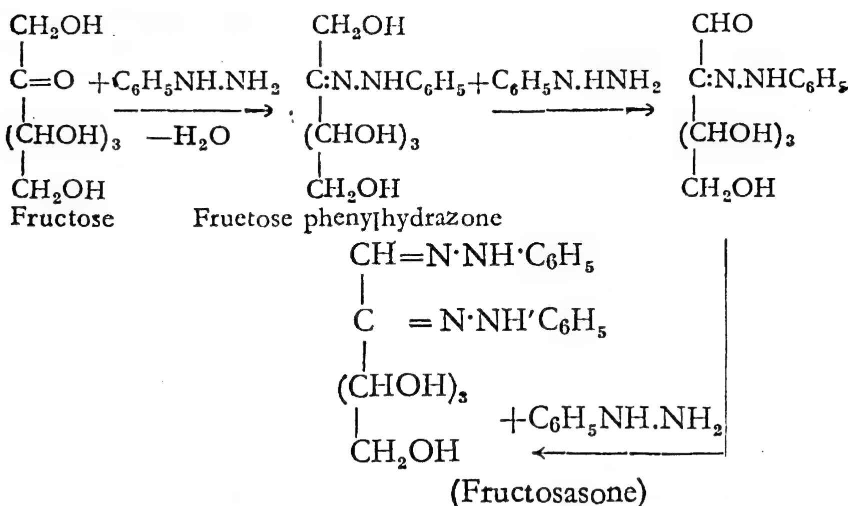


(7) हाइड्राजीन (NH_2NH_2) के साथ प्रतिक्रिया—फ्रक्टोज, हाइड्राजीन (hydrazine) के साथ मिलकर फ्रक्टोज हाइड्राजोन बनाता है।

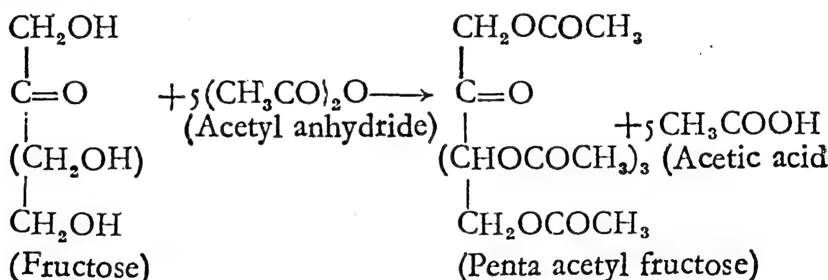


(8) फिनाइल हाइड्राजीन ($NH_2NHC_6H_5$) के साथ प्रतिक्रिया—फ्रक्टोज

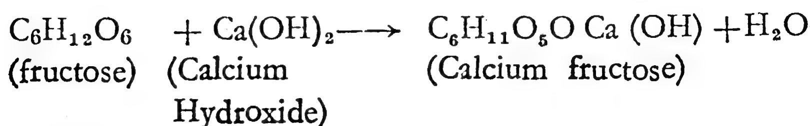
फिनाइल हाइड्राजीन से संयोग करके कई यौगिक बनाता है जो कि अन्त में फ्रक्टोजाज़ोन में परिवर्तित हो जाते हैं।



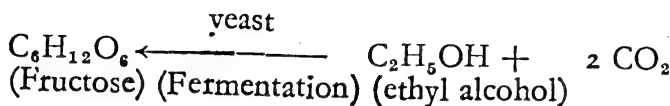
(9) एसिटिल एनहाइड्राइड (Acetyl anhydride) के साथ प्रतिक्रिया—फ्रक्टोज इससे संयोग करके पेन्टा एसिटिल फ्रक्टोज (Penta acetyl fructose) बनाता है।



(10) चूने के पानी (Lime water) के साथ प्रतिक्रिया—फ्रक्टोज चूने के पानी के साथ संयोग करके कैल्शियम फ्रक्टोजेट (Calcium fructosate) बनाता है।

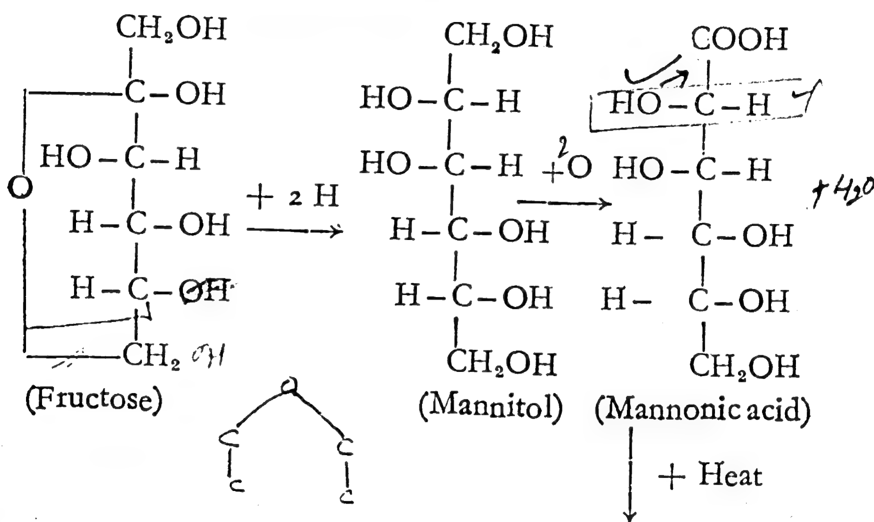


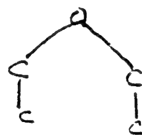
(11) फ्रक्टोज का किण्वन (Fermentation)—फ्रक्टोज ईस्ट (yeast) द्वारा किण्वित होकर इथाइल एल्कोहल (ethyl alcohol) तथा कार्बन डाई आक्साइड (CO_2) में बदल जाती है।



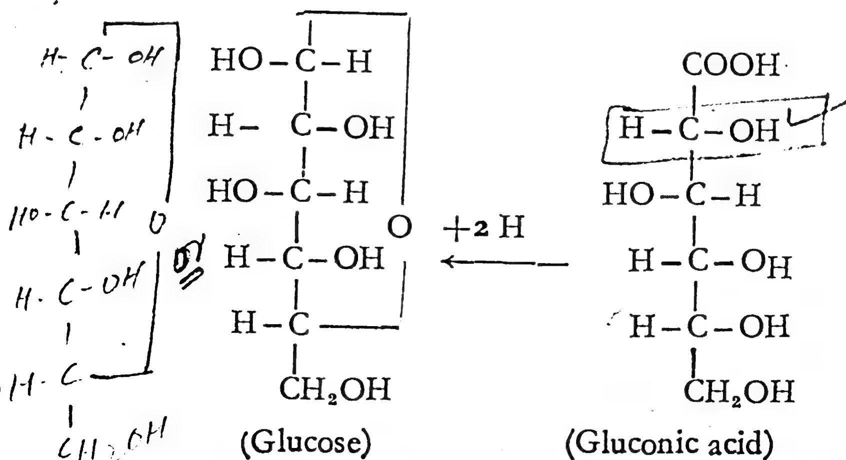
$$\underset{\text{(Fructose)}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{(Fermentation)}]{\text{yeast}} \underset{\text{(ethyl alcohol)}}{C_2H_5OH} + 2\,CO_2$$

(12) फ्रुक्टोज का ग्लूकोज में परिवर्तन।





+ Heat



फ्रक्टोज का संघटन (Constitution)—फ्रक्टोज का संरचना सूत्र (Structural formula) निम्न तथ्यों पर निर्भर करता है।

(1) फ्रक्टोज के विश्लेषण तथा अणु भार (Molecular weight) द्वारा यह सिद्ध हुआ है कि इसका अणु-सूत्र (Molecular formula) $C_6H_{12}O_6$ है।

(2) इसे जब एसिटिल एनहाइड्राइड (Acetyl anhydride) से संयोग कराया जाता है तो पेन्टा एसिटिल फ्रक्टोज (Penta acetyl fructose) प्राप्त होता है, जिससे यह पता लगता है कि फ्रक्टोज के एक अणु में पाँच हाइड्राक्सिल वर्ग (–OH) हैं।

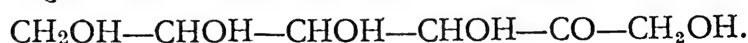
(3) फ्रक्टोज का किसी भी प्रकार से जलीय विश्लेषण (Hydrolysis) नहीं किया जा सकता, जिससे यह सिद्ध होता है कि फ्रक्टोज में उपस्थित सभी कार्बन परमाणु एक शृङ्खला में जुड़े हुये हैं।

(4) फ्रक्टोज एक स्थिर (Stable) यौगिक है। यदि यह मान लिया जाय कि एक ही कार्बन परमाणु में दो हाइड्राक्सिल वर्ग (–OH) जुड़े हैं, तो एक अस्थायी यौगिक प्राप्त होता है, इसलिए पाँचों OH वर्ग पाँच भिन्न-भिन्न कार्बन परमाणुओं से जुड़े हैं।

(5) फ्रक्टोज HCN, NH_2OH, NH_2NH_2, $NH_2NHC_6H_5$ इत्यादि यौगिकों से संयोग करता है, तथा जब इसे HNO_3 से आक्सीकृत (Oxidize) करते हैं, तो टार्टरिक अम्ल (Tartaric acid) तथा ग्लाइकोलिक अम्ल (Glycollic acid) प्राप्त होता है, जिससे यह सिद्ध होता है कि फ्रक्टोज के अणु में एक कार्बोनिल वर्ग (>C=O) भी है जो कि पहले कार्बन परमाणु के बाद में है।

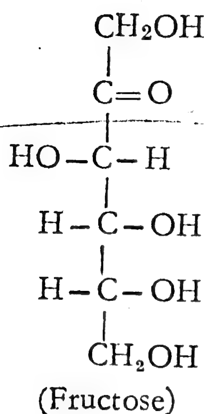
(6) यह अवकरित (reduce) होकर सोर्बिटाल (Sorbitol) तथा मैनीटाल (Mannitol) एलकोहल देता है।

उपर्युक्त तथ्यों से फ्रक्टोज को निम्न रूप से लिख सकते हैं।



$$CH_2OH—CHOH—CHOH—CHOH—CO—CH_2OH.$$

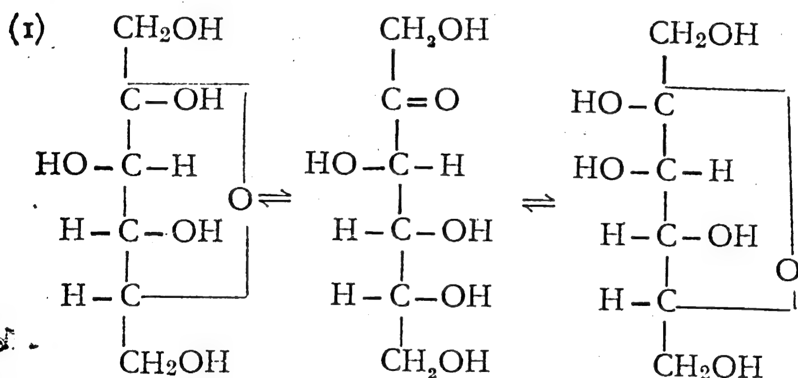
(7) चूँकि फ्रक्टोज तथा ग्लूकोज फिनाइल हाइड्राजोन के साथ संयोग करके एक ही ओसाजोन (osazone) बनाते हैं, इसलिए फ्रक्टोज के अंतिम चार कार्बन परमाणुओं (4—C—atoms) का विन्यास (Configuration) ग्लूकोज के अंतिम चार कार्बन परमाणुओं के विन्यास से मिलता-जुलता होना चाहिये। इन कारणों से फ्रक्टोज का विन्यास निम्न है।



(Fructose)

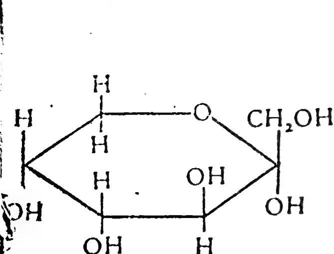
वलय संरचना (Ring Structure)—

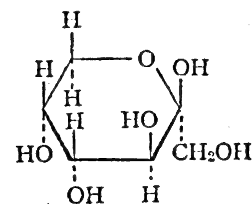
(1)



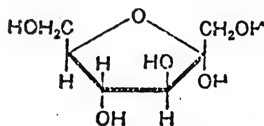
(∝-d-fructose) (Ketonic form of d-fructose) (β-d-fructose)

(2) अल्फा (α) तथा बीटा (β) α फ्रक्टोज का पाइरनोज वलय (Pyranose ring) संरचना।





β-D-Fructopyranose



α-D-Fructofuranose

परीक्षण (Tests)—फ्रक्टोज का परीक्षण निम्न प्रतिक्रियाओं द्वारा किया जा सकता है !

(१) फहलिंग घोल के साथ फ्रक्टोज को गर्म करने से घोल का रंग नीले से लाल हो जाता है ।

(२) सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल के साथ गर्म करने पर चाँदी अलग हो जाती है :

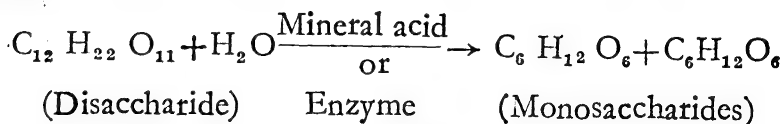
(3) फ्रक्टोज के घोल में रिसार्सिनाल (Resorcinol), पानी तथा सांद्र नमक का अम्ल (Conc HCl) डाल कर गर्म करने पर गाढ़ा लाल रंग प्राप्त होता है ।

(4) फ्रक्टोज को तुरन्त बने अमोनियम मालिब्डेट (Fresh ammonium molybdate) तथा ग्लैसियल एसिटिक अम्ल (glacial acetic acid) के साथ गर्म करने पर हरा-नीला (greenish blue) रंग का द्रव प्राप्त होता है ।

(5) फ्रक्टोज चूने के पानी से संयोग करके पानी में अघुलनशील कैल्शियम फ्रक्टोजेट (Calicium fructosate) बनाता है !

डाइसैकराइड्स (Disaccharides) – ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

कार्बोहाइड्रेट्स के इस वर्ग में आने वाले सदस्यों में बारह कार्बन परमाणु (12-Carbon atoms) रहते हैं । ये मोनोसैकराइड के दो अणुओं से मिलकर बना है । इसके बनने में पानी का एक अणु निकल जाता है, जिसके कारण इन्हें मोनोसैकराइड्स के दो अणुओं का एनहाइड्राइड (Anhydride) कहते हैं । जब डाईसैकराइड का जलीय विश्लेषण होता है तो मोनोसैकराइड का दो अणु प्राप्त होता है ।



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{or Enzyme}]{\text{Mineral acid}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

(Disaccharide) (Monosaccharides)

अधिक सामान्य (Common) डाईसैकराइड्स मीठे, रवेदार, पानी में घुलनशील, अधिकतर वामावर्ती (Laevorotatory) परन्तु सुक्रोज (Sucrose) दक्षिण-वर्ती (dextrorotatory) होते हैं । इन्हें दो भागों में विभक्त किया गया है ।

(१) अवकारक रहित (Non-reducing).
(२) अवकारक (Reducing).

प्रकृति में डाईसैक्राइड्स (disaccharides) अधिकतर डाई हेक्सोजेज (di-hexoses) के रूप में पाये जाते हैं। परन्तु विसियानोज (Vicianose) तथा प्राइमवरोज (Primeverose) का आणुविक रचना (Molar-composition) C_{12} H_{20} O_{11} है जिसका जलीय विश्लेषण (Hydrolysis) करने पर क्रमशः ग्लूकोज, अरैबिनोज तथा ग्लूकोज व जाइलोज प्राप्त होता है। मुख्य डाई सैक्राइड्स निम्न हैं—

(1) सुक्रोज (Sucrose)
(2) लैक्टोज (Lactose)
(3) माल्टोज (Maltose)
(4) सेल्लोबिओज (Cellobiose)

सुक्रोज (Sucrose) $C_{12}H_{22}O_{11}$—इसे इक्षु सर्करा (Cane sugar) भी कहते हैं।

प्राप्ति (Occurrence)—यह ईख, चुकन्दर के जड़ों, ताड़, (Palm) पके केले, खुबानी (apricot), स्ट्राबेरी (Strawberry), अनन्नास (Pine apple) सेव (apple), द्विफल (maple) तथा फूलों के मकरंद (nector) में पाया जाता है।

व्यापारिक निर्माण (Manufacture)—सुक्रोज का निर्माण चार प्रक्रमों (Processes) में होता है।

ईख से :—

(1) निष्कर्षण (Extraction)
(2) निर्मलीकरण या शोधन (Purification)
(3) मणिभीकरण (Crystallization)
(4) संस्करण (Refining)

(1) निष्कर्षण (Extraction)—ईख को रोलर मिल (roller mill) में पेर कर ईख का रस प्राप्त करते हैं जिससे सुक्रोज तैयार किया जाता है। ईख के रस से सुक्रोज प्राप्त करने के लिए रस में उपस्थित प्रोटीन, पेक्टिन तथा पानी को अलग करते हैं।

(2) सोधन (Purification)—रस प्राप्त करने के पश्चात् इसमें चूने का पानी इतना मिलाते हैं कि pH 7.6 से 8.4 के बीच में हो जाय। अब इसे 212 से 215° तापक्रम तक गर्म करके ठन्डा होने के लिए छोड़ देते हैं। पेक्टिन पदार्थ (Pectin matter) कैल्शियम से संयोग करके कैल्शियम पेक्टेट (Calcium

Pectate) का अवक्षेप बना लेता है, तथा कैल्शियम के कारण प्रोटीन पदार्थ स्कंदित (Coagulate) हो जाता है। इन पदार्थों को छान कर अलग कर लेते हैं, और फिर घोल में CO_2 प्रवाहित करके अधिक कैल्शियम को $CaCO_3$ के रूप में अवक्षेपित (Precipitate) करके अलग कर लेते हैं जिससे रस शुद्ध हो जाता है।

(3) मणिभीकरण (Crystallization)—अब बचे हुये स्वच्छ रस को निर्वात पात्र (Vacuum Pan) में भेज कर सुक्रोज को रवादार (Crystalline) बना लेते हैं। और फिर इसे उपकेन्द्रक (Centrifuge) में भेज कर चोटे (Molasses) से अलग कर लेते हैं।

(4) संस्करण (Refining)—इस प्रकार से प्राप्त हुआ सुक्रोज सर्करा (चीनी) भूरे रंग की होती है, जिसे पशुओं या ताड़ के कोयले द्वारा स्वच्छ करते हैं।

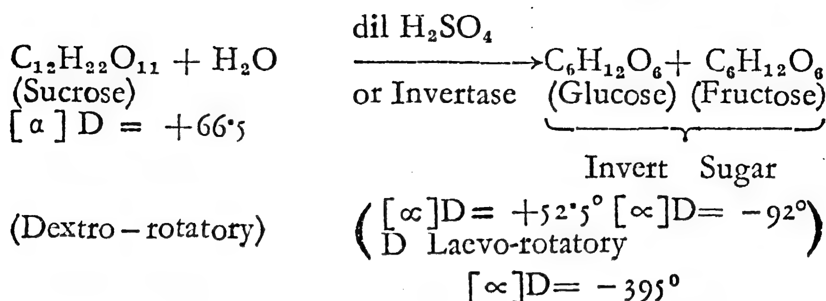
चुकंदर से—सर्वप्रथम चुकन्दर के जड़ को साफ करके V के आकार के पतले-पतले खण्ड (slices) काट कर इसे गर्म पानी में डालते हैं। सुक्रोज पानी में घुलनशील होने के कारण घोल के रूप में आता है। इस घोल का पूर्व की भाँति प्रक्रम (Process) करते हैं।

गुण (Properties)

भौतिक गुण (Physical Properties)—सुक्रोज रवेदार, मीठा, पानी में घुलनशील है तथा 188° तापक्रम पर पिघलने लगता है। यह दक्षिणवर्ती (Dextrorotatory) है, विशिष्ट घूर्णन (Specific rotation) $+66.5°$ ($[\alpha] D = +66.5°$) है। यह परिवर्ती घूर्णन (Mutarotation) प्रदर्शित नहीं करती।

रासायनिक गुण (Chemical Properties)

(1) जलीय विश्लेषण (Hydrolysis)—जब सुक्रोज का जलीय विश्लेषण किया जाता है; तो यह ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज में विश्लेषित (hydrolyse) हो जाता है। ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज का मिश्रण वामावर्ती (laevorotatory) होता है। इस प्रक्रम (Process) में घोल दक्षिणवर्ती (Dextrorotatory) से बदल कर वामावर्ती (Laevorotatory) में परिवर्तित हो जाता है, इसलिए प्रक्रम को इन्वर्शन (Invertion) भी कहते हैं तथा इस प्रकार से बने शर्कराओं को अपवृत शर्करा (Invert Sugar) कहते हैं। यह प्रक्रम तनु गन्धक के अम्ल (dil H_2SO_4) या सुक्रोज (Sucrose) एन्जाइम (Enzyme) जिसे इन्वर्टेज (Invertase) भी कहते हैं, द्वारा होता है।



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{or Invertase}]{\text{dil } H_2SO_4} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

(Sucrose) (Glucose) (Fructose)

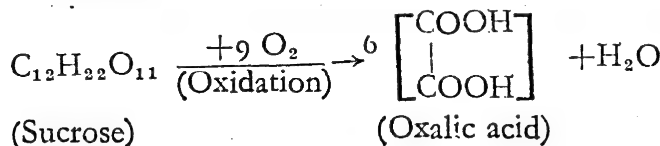
$[\alpha]D = +66{\cdot}5$ Invert Sugar

(Dextro – rotatory) ($[\alpha]D = +52{\cdot}5^\circ$ $[\alpha]D = -92^\circ$ D Laevo-rotatory)

$[\alpha]D = -39{\cdot}5^\circ$

(2) एसिटिल एनहाइड्राइड के साथ प्रतिक्रिया (एसिटिलीकरण—Acetylation)—सुक्रोज एसिटिल एनहाइड्राइड (Acetyl anhydride) से संयोग करके अक्टा एसिटिल सुक्रोज बनाती है।

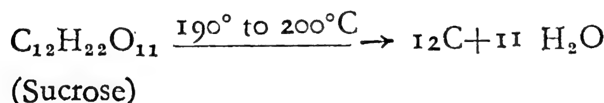
(3) आक्सीकरण (Oxidation)—जब नाइट्रिक अम्ल (HNO_3) से सुक्रोज का आक्सीकरण करते हैं तो आक्जैलिक अम्ल (Oxalic acid) बनता है।



$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow[\text{(Oxidation)}]{+9\,O_2} 6\begin{bmatrix} COOH \\ | \\ COOH \end{bmatrix} + H_2O$$

(Sucrose) (Oxalic acid)

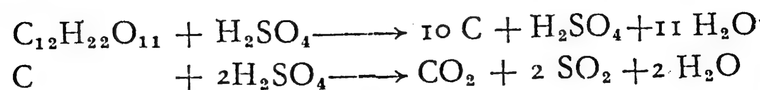
(4) झुलसान (Charring)—सुक्रोज को जब 190 से 200° C तक गर्म किया जाता है तो इसमें से कार्बन अलग हो जाता है जिसके कारण यह काले रंग का हो जाता है।



$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{190^\circ \text{ to } 200^\circ C} 12C + 11\,H_2O$$

(Sucrose)

(5) गन्धक के अम्ल (H_2SO_4) के साथ प्रतिक्रिया—यह गंधक के अम्ल से संयोग करके CO_2,SO_2 तथा H_2O बनाती है।



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2SO_4 \longrightarrow 10\,C + H_2SO_4 + 11\,H_2O$$
$$C + 2H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + 2\,SO_2 + 2\,H_2O$$

(6) यह फेहलिंग घोल तथा सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल को अवकरित (Reduce) नहीं कर पाती।

सुक्रोज का संघटन (Constitution)

(1) सुक्रोज के विश्लेषण द्वारा मालूम हुआ है कि इसका अणु सूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है।

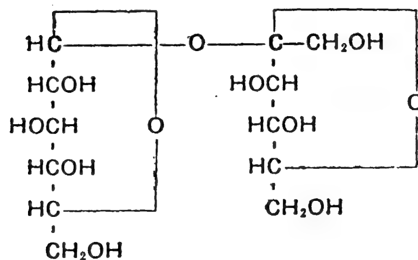
(2) यह एसिटिल एन्हाइड्राइड से संयोग करके आक्टा-एसिटिल-सुक्रोज (Octo-acetyl sucrose) बनाती है जिससे यह सिद्ध होता है कि सुक्रोज के अणु में आठ हाइड्राक्सिल वर्ग (8, OH) हैं।

(3) जब सुक्रोज का जलीय विश्लेषण (hydrolysis) होता है, तो ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज प्राप्त होता है इसलिए यह ग्लूकोज और फ्रक्टोज से मिल कर बना है।

(4) सुक्रोज फेहलिंग घोल तथा सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल को अवकरित (Reduce) नहीं करती, इसलिए इसमें न तो स्वतन्त्र ऐल्डीहाइड वर्ग (–CHO) है और न तो स्वतन्त्र कीटोनिक वर्ग ($<C=O$) ही। इससे यह पता चलता है कि –CHO तथा $>C=O$ एक दूसरे से आक्सीजन के द्वारा जुड़े हैं।

(5) सुक्रोज का मिथाइलीकरण (Methylation) होने पर आक्टा मिथाइल सुक्रोज प्राप्त होता है, जिसका जलीय विश्लेषण होने पर इन्वर्शन (Inversion) नहीं होता है।

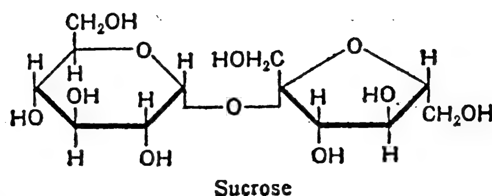
उपरोक्त तथ्यों से सुक्रोज का आण्विक संरचना (Molecular Structure) निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है।



Sucrose

(1 α D – glucose – 2 – β – D – fructose)

वलय संरचना (Ring Structure) :—Howarth



Sucrose

परीक्षण (Test) :

(1) सुक्रोज फेहलिंग घोल तथा सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल को जलीय विश्लेषण के पश्चात ही अवकरित (reduce) कर पाती है।

(2) यह गंधक के अम्ल से झुलस जाता है।

(3) यह अधिक गर्म करने पर काला हो जाता है।

उपयोग (Uses) :—

(1) मिठाई बनाने में।

(2) एल्कोहल के बनाने में।

(3) फलों के परिरक्षी (Preservation) के रूप में।

दुग्ध शर्करा (Lactose) $C_{12}H_{22}O_{11}$—इसे milk sugar भी कहते हैं।

प्राप्ति (Occurrence)—यह दूध में 4 से 6 प्रतिशत तक पाया जाता है।

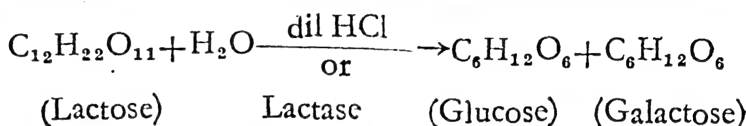
तैयारी (Preparation)—मट्ठे से (From whey)—पनीर (Cheese) के व्यापारिक विधि से तैयार करने में यह उपजात (by-product) के रूप में प्राप्त होता है। सर्वप्रथम दूध के वसा (Fat) को उपकेन्द्रित (centrifuge) करके अलग करते हैं तत्पश्चाव रेनेट (Rennet) डाल कर केसीन (Casein) को स्कंदित (Coagulate) करके छानते हैं। बचे हुये द्रव पदार्थ में दुग्ध शर्करा तथा खनिज (Mineral) पदार्थ रह जाता है जिसे निर्वात पात्र (Vacuum pan) में भेज कर गाढ़ा करते हैं जिससे दुग्ध शर्करा रवे के रूप में आ जाता है। इसके बाद इसे हड्डी के कोयले से शुद्ध करते हैं।

गुण (Properties) :

भौतिक गुण (Physical Properties)—यह सफेद, रवेदार तथा पानी में इक्षु शर्करा की अपेक्षा कम घुलनशील है। 203°C पर पिघलने लगता है।

यह दक्षिण-वर्ती (Dextro rotatory) है जिसका विशिष्ट घूर्णन (Specific rotation+52·5° है ([∝]D=+52·5°) ।

रसायनिक गुण (Chemical Properties) : दुग्ध शर्करा का तनु खनिज अम्लों (Mineral acids) या ऐन्जाइम्स द्वारा जलीय विश्लेषण होता है ।



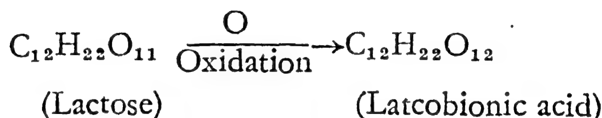
$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O \xrightarrow[\text{or Lactase}]{\text{dil HCl}} C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6$$

(Lactose) Lactase (Glucose) (Galactose)

(2) यह फहलिंग घोल को अवकरित (reduce) कर देता है ।

(3) यह सिल्वर नाइट्रेट के अमोनिकल घोल को भी अवकरित करता है ।

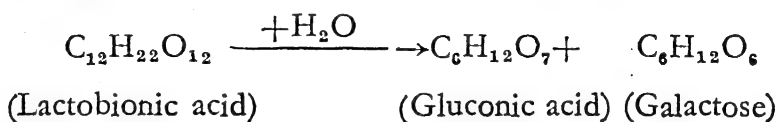
(4) लैक्टोज को जब आक्सीकृत (Oxidise) करते हैं, तो लैक्टोबिओनिक अम्ल (Lactobionic acid) प्राप्त होता है ।



$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow[\text{Oxidation}]{O} C_{12}H_{22}O_{12}$$

(Lactose) (Latcobionic acid)

लैक्टोबिओनिक अम्ल (Lactobionic acid) का जब जलीय विश्लेषण किया जाता है तो ग्लूकोनिक अम्ल (Gluconic acid) तथा गैलेक्टोज (Galactose) प्राप्त होता है ।



$$C_{12}H_{22}O_{12} \xrightarrow{+H_2O} C_6H_{12}O_7+ \quad C_6H_{12}O_6$$

(Lactobionic acid) (Gluconic acid) (Galactose)

(5) यह HCN, NH_2OH, NH_2NH_2 तथा $NH_2NHC_6H_5$ से भी संयोग करता है ।

दुग्ध शर्करा का संघटन (Constitution of lactose) :

(1) लैक्टोज़ के विश्लेषण द्वारा यह पता चला है कि इसका आण्विक सूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है ।

(2) जब इसका जलीय विश्लेषण करते हैं तो ग्लूकोज़ तथा गैलेक्टोज़ प्राप्त होता है । इससे यह सिद्ध होता है कि लैक्टोज के अणु में ग्लूकोज तथा गैलेक्टोज की संरचना विद्यमान है ।

(3) यह फेहलिंग घोल को अवकरित (reduce) करती है, तथा ओसाज़ोन बनाती है, इसलिए लैक्टोज में कीटोनिक वर्ग (>C=O) उपस्थित है ।

(4) जब इसे ब्रोमीन-जल (Bromine water) से आक्सीकृत किया जाता है तो लैक्टोबिओनिक अम्ल (Lactobionic acid) प्राप्त होता है, जो जलीय विश्लेषित (Hydrolyse) होकर ग्लूकोनिक अम्ल (d-gluconic acid) तथा गैलेक्टोज में बदल जाता है, इसलिए इसमें ग्लूकोसायडिक वर्ग (Glucosidic group) भी हैं।

(5) लैक्टोज पूर्ण मिथिलीकरण (methylation) होकर रवेदार मिथाइल हेप्टा-मिथाइल लैक्टोसाइड (methyl-hepta-methyl lactoside) बनाता है, जो कि दो यौगिकों में जलीय विश्लेषित हो जाता है।

(i) 2–3–4–6–tetra methyl Galactose.

(ii) 2–3–6–tri methyl glucose.

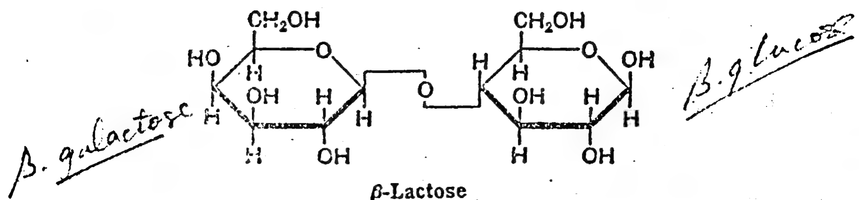
(6) जब मिथाइल-आक्टा-मिथाइल लेक्टोबिओनिक अम्ल (Methyl-Octa-methyl lactobionic acid) जलीय विश्लेषित (hydrolyse) करता है तो निम्न पदार्थ प्राप्त होता है।

(i) 2–3–4–6–tetra methyl galactose.

(ii) 2–3–5–6 tetra methyl gluconic acid.

इससे यह पता चलता है कि लैक्टोबिओनिक अम्ल (Lactobionic acid) के पाँचवे कार्बन परमाणु (5th-C-atom) से मिथाक्सी वर्ग (Meth-oxi group) जुड़ा है। जोकि डाईसैक्राइड (disaccharide) के बनने में भाग लेता है। 2–3–6–tri methyl glucose के बनने से यह मालूम होता है कि कार्बन के चौथे परमाणु (4th-C-atom) पर मिथिलीकरण (Methylation) नहीं हुआ।

उपरोक्त तथ्यों की सहायता से दुग्ध शर्करा का सूत्र निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जाता है :—

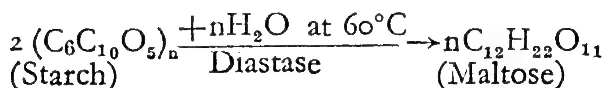


β-Lactose

यवशर्करा (Maltose) $C_{12}H_{22}O_{11}$—इसे माल्ट शर्करा (Malt-sugar) भी कहते हैं।

प्राप्ति (Occurrence)—प्रकृति में यह बहुत ही कम मात्रा में पाया है। इसे स्टार्च के जल-विश्लेषण (Hydrolysis) द्वारा मध्यस्थ सृष्ट (Intermediate product) के रूप में पाया जा सकता है।

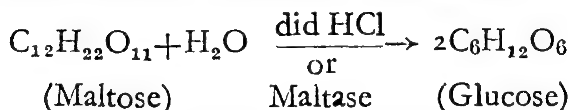
तैयारी (Preparation)—सर्व प्रथम स्टार्च को गर्म पानी के साथ लेई (Paste) बना लेते हैं, फिर उसमें जमे हुये जौ के अंखुओं का सत जिसमें डायस्टेज (Diastase) एन्जाइम रहता है, मिला कर 60°C तापक्रम तक गर्म करते हैं। अब इसे उबाल कर छानते हैं, फिर छनित (filtrate) को वाष्पित (evaporate) करके नब्बे प्रतिशत (90%) एल्कोहल के साथ अलग कर लेते हैं, जिसे गर्म करके एल्कोहल को वाष्पित करते हैं, तथा माल्टोज को रवे के रूप में प्राप्त कर लेते हैं।



$$2\,(C_6C_{10}O_5)_n \xrightarrow[\text{Diastase}]{+nH_2O \text{ at } 60°C} nC_{12}H_{22}O_{11}$$
(Starch) (Maltose)

गुण (Properties)—भौतिक गुण (Physical Properties)—सफेद, रवेदार, पानी में घुलनशील, ईथर (ether) में अघुलनशील, दक्षिण-वर्ती (Dextrorotatory), विशिष्ट घूर्णन (Specific rotation) $[\alpha]D=+137°$, यह परिवर्ती घूर्णन प्रदर्शित करती है, तथा 160 – 165°C पर पिघलती है।

रासायनिक गुण (Chemical Properties) :—(i) जलीय विश्लेषण (Hydrolysis)—माल्टोज के घोल को जब तनु नमक के अम्ल (dil HCl) के साथ गर्म करते हैं, या जब इस घोल पर माल्टेज (Maltase) एन्जाइम क्रियाशील (Active) होती है तो माल्टोज ग्लूकोज में टूट जाता है।

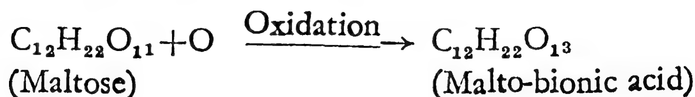


$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O \xrightarrow[\text{or Maltase}]{\text{did HCl}} 2C_6H_{12}O_6$$
(Maltose) (Glucose)

(2) माल्टोज फेहलिंग घोल को अवकरित (reduce) कर देती है।

(3) यह फिनाइल हाइड्राजीन ($NH_2NHC_6H_5$) से संयोग करके (Osazone) बनाती है।

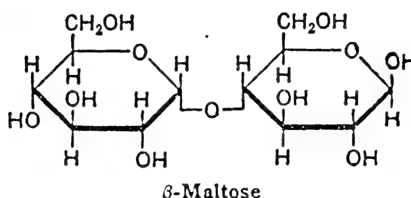
(4) जब माल्टोज का आक्सीकरण (Oxidation) होता है तो माल्टो-बिओनिक अम्ल (Malto-bionic acid) प्राप्त होता है।



$$C_{12}H_{22}O_{11}+O \xrightarrow{\text{Oxidation}} C_{12}H_{22}O_{13}$$
(Maltose) (Malto-bionic acid)

(5) इसका जब एसिटिलीकरण (Acetylation) होता है, तो ऑक्टा-एसिटिल माल्टोज (Octa-acetyl maltose) बनता है।

संरचना (Structure) :—



β-Maltose

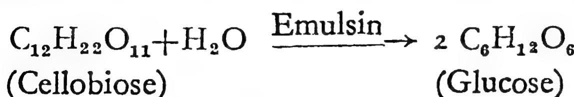
सेलोबिओज़ (Cellobiose) : $C_{12}H_{22}O_{11}$—

प्राप्ति (Occurrence)—यह प्रकृति में स्वतन्त्र रूप से नहीं पाता जाता परन्तु सैलूलोज (Cellulose) का जब जलीय विश्लेषण किया जाता है तो यह सर्करा मध्यस्थ सृष्ट (Intermediate Product) के रूप में प्राप्त होता है :

तैयारी (Preparation)—सर्वप्रथम अच्छे छनित कागज (filter paper) को एसिटिक एनहाइड्राइड (Acetic anhydride) तथा सांद्र गन्धक के अम्ल (Conc. H_2SO_4) के मिश्रण के साथ प्रतिक्रिया कराते हैं, जिससे सेलोबिओज (Cellobiose) का ऑक्टा एसिटेट (Octa acetate) बनता है, इसे अब क्षार (alkali) से साबुनीकरण (Saponify) करते हैं जिससे सेलोबिओज अलग हो जाता है।

गुण (Properties)—भौतिक गुण (Physical proparties)—सफेद, रवेदार, पानी में घुलनशील, गलनांक 225°C, दक्षिण-वर्ती (Dextro rotatory) यह परिवर्ती घूर्णन (Muta rotation) भी प्रदर्शित करती है।

रासायनिक गुण (Chemical Properties)—(i) सेलोबिओज इमल्सिन (emulsin) एन्जाइम द्वारा जल-विश्लेषित (hydrolyse) होकर ग्लूकोज में बदल जाता है।



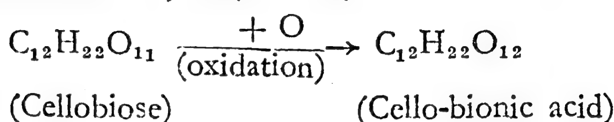
$$\underset{\text{(Cellobiose)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{Emulsin}} \underset{\text{(Glucose)}}{2\,C_6H_{12}O_6}$$

(2) यह फेहलिंग घोल को अवकरित (reduce) करती है।

(3) सेलोबिओज जब NH_2OH तथा $NH_2NHC_6H_5$ से संयोग करता है तो क्रमशः ऑक्साइम(Oxime) तथा ओसाजोन (Osazone) बनता है।

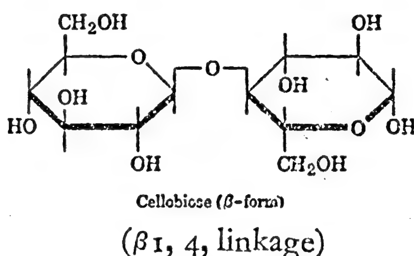
(4) जब इसका एसिटिलीकरण (Acetylation) होता है तो आक्टा-एसिटिल सेलोबिओज (Octa-acetyl-Cellobiose) प्राप्त होता है।

(5) आक्सीकरण (Oxidation) होने पर यह सेलो-बिओनिक अम्ल (Cello-bionic acid) में बदल जाता है।



$$\underset{\text{(Cellobiose)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow[\text{(oxidation)}]{+O} \underset{\text{(Cello-bionic acid)}}{C_{12}H_{22}O_{12}}$$

संरचना (Structure) :



Cellobiose (β-form)

(β 1, 4, linkage)

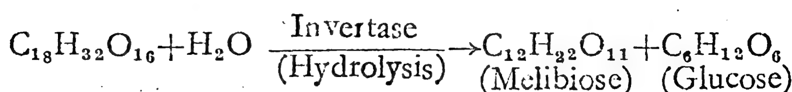
ट्राइ सैकराइड्स (Trisaccharides) $C_{18}H_{32}O_{16}$

ये शर्करायें महत्वपूर्ण नहीं हैं। ये मोनोसैक्राइड के तीन अणुओं से मिलकर बना है क्योंकि इसके जल विश्लेषण (hydrolysis) से मोनोसैक्राइड का तीन अणु प्राप्त होता है। रेफिनोज (Raffinose) तथा मेलेजिटोज (Melizitose) सर्करायें प्रकृति में अधिक पाये जाते हैं।

रैफिनोज (Raffinose) $C_{18}H_{32}O_{16}$—

प्राप्ति (Occurrence)—चुकन्दर, बिनौला, जौ तथा यू-केलिप्टस के पेड़ों में।

गुण (Properties)—(1) दक्षिण-वर्ती (Dextrorotatory), विशिष्ट घूर्णन (Specific rotation) $[\alpha]D = +104°$ (2) जब इसका जल विश्लेषण (Hydrolysis) होता है तो पहले फ्रक्टोज तथा मेलीबिओज (Melibose) प्राप्त होता है। इसके पश्चात् मेलीबिओज़ जल-विश्लेषित होकर ग्लूकोज तथा गैलेक्टोज में टूट जाता है।



$$C_{18}H_{32}O_{16} + H_2O \xrightarrow[\text{(Hydrolysis)}]{\text{Invertase}} \underset{\text{(Melibiose)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{(Glucose)}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{(Hydrolysis)}]{\alpha\text{-galactosidase}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

(Melibiose) (Galactose) (Glucose)

संरचना (Structure)

Raffinose

पोली सैक्राइड्स (Poly saccharides)

पोली सैक्राइड्स मोनोसैक्राइड के बहुत से अणुओं का एनहाइड्राइड (Anhydride) है, क्योंकि जब इनका जलीय विश्लेषण करते हैं तो मोनोसैक्राइड्स (mono saccharides) का बहुत से अणु प्राप्त होता है। यह प्रकृति में अधिक पाया जाता है तथा भोजन के दृष्टिकोण से बहुत ही महत्वपूर्ण है।

साधारण गुण (General Properties)—(1) ये रंगहीन, गंधहीन, करीब-करीब स्वादहीन, पानी में अघुलनशील तथा अमणिभ (amorphous) होते हैं। (2) इनके अणुभार (Molecular weight) बहुत ही अधिक होते हैं तथा अन्य कार्बोहाइड्रेट्स से अधिक जटिल हैं।

(3) पोली सैक्राइड्स का तनु खनिज अम्लों (dil umineral acids) तथा एन्जाइम (enzime) के द्वारा जलीय-विश्लेषण हो जाता है जिससे ये सरल सर्कराओं (Simple sugars) में परिवर्तित हो जाता है।

वर्गीकरण (Clssification)

पोलीसैक्राइड (Polysaccharde)

- पेन्टोजन्स (Pentosans)
  - (1) अरैबन्स (Arabans)
  - (2) जाइलन्स (Xylans)
- हेक्सोजन्स (Hexosans)
  - (1) ग्लूकोजन्स (Glucosans)—स्टार्च (Starch) तथा सेल्यूलोज (cellulose).

(2) फ्रक्टोजन्स (Fructosans)
इनुलिन (Inulin).
(3) मैनन्स (Mannans).
(4) गैलेक्टन्स (Galactans).

पेन्टोजन्स (Pentosans) $(C_5H_8O_4)_n$—ये पौधों के ऊतियों (tissues) में पाये जाते हैं जिनके संगठन (composition) में अभी संदेह है। पेन्टोजन्स को पौधों के तंतुमय (fibrous) अंशों से प्राप्त किया जाता है, जैसे-भूसा (Straw) भूसी (hull) तथा कार्नकाब (corncob)। वे पेन्टोजन्स जो जलीय विश्लेषण के पश्चात् जाइलोज (Xylose) शर्करा में बदल जाते हैं जाइलन्स (Xylans) तथा जो अरैबिनोज (Arabinose) शर्करा देते हैं वे अरैबन्स (Arabans) कहलाते हैं।

हेक्सोजन्स (Hexosans) $(C_6H_{10}O_5)_n$—कृषि के दृष्टिकोण से पोलीसैक्राइड का यह वर्ग सबसे अधिक महत्वपूर्ण है, क्योंकि इस वर्ग में स्टार्च, ग्लाइकोजन (glycogen), सेल्युलोज तथा इनुलिन (Inulin) आते हैं। हेक्सोजन्स का जब जलीय-विश्लेषण किया जाता है, तो मोनोसैक्राइड्स वर्ग में आने वाले हेक्सोज शर्करा (Hexose sugar) के बहुत से अणु प्राप्त होते हैं। ग्लूकोजन्स (glucosans), फ्रक्टोजन्स (Fructosans), मैनन्स (Mannans) तथा गैलेक्टन्स (Galactans) का जल-विश्लेषण होने पर क्रमशः ग्लूकोज (glucose), फ्रक्टोज (Fructose), मैनोज (Mannose) तथा गैलेक्टोज (Galactose) शर्करा के बहुत से अणु प्राप्त होते हैं। दूसरे शब्दों में यह कह सकते हैं कि ये हेक्सोजन्स (Hexosans) क्रमशः ग्लूकोज, फ्रक्टोज, मैनोज तथा गैलेक्टोज के अणुओं के एन्हाइड्राइड (anhydride) हैं।

ग्लूकोजन्स (Glucosans)—इसमें दो सदस्य आते हैं।

(1) स्टार्च (Starch)
(2) सेल्यूलोज (Cellulose)

स्टार्च (Starch) $(C_6H_{10}O_5)_n$—इसे एमाइलम (amylum) भी कहते हैं।

प्राप्ति (Occurrence)—सेल्यूलोज के बाद यह दूसरा पोलीसैक्राइड कार्बोहाइड्रेट है जो पौधों में सबसे अधिक पाया जाता है। यह मुख्य रूप से आलू, गेहूँ, जौ तथा मक्का में पाया जाता है। स्टार्च के कण स्रोत (Source) के अनुसार भिन्न-भिन्न आकार के होते हैं। जिसके कारण इन कणों को पहचाना जा सकता है। स्टार्च का प्रतिशत भिन्न-भिन्न स्रोतों में भिन्न-भिन्न होता है, जैसे—

आलू (Potato)	में	15 से 20% स्टार्च	
गेहूँ (Wheat)	,,	60—70%	,,
मक्का (Maize)	,,	65—70%	,,
चावल (Rice)	,,	75%	,,

व्यापारिक निर्माण (Manufacture)—पहले अनाज (grains) या आलू को साफ करके विघटन मशीन (Mechanical disintegrator) के द्वारा गूदा (Pulp) के रूप में कर लेते हैं फिर इसे मशीन चलनी (Sieve) से छानते हैं जिससे ग्लूटेन (gluten), प्रोटीन (Protein) तथा सेल्यूलोज (cellulose) के कण चलनी (Sieve) में रह जाते हैं तथा स्टार्च के कण अलग हो जाते हैं। स्टार्च को अब पानी से तन्तुमय (Fibrous) धोकर उपकेन्द्रस्थ (centrifuge) करते हैं जिससे पानी और स्टार्च अलग हो जाता है। इसे अब वायु या ऊष्मक (Oven) में धीरे-धीरे सुखाते हैं। इसमें 15 से 20 प्रतिशत तक नमी रह जाती है।

अवयव (Components)—स्टार्च दो प्रकार के यौगिकों का मिश्रण है।

(1) एमाइलोज (Amylose) या अल्फा एमाइलोज (α-amylose)

(2) एमाइलो पेक्टिन (Amylopectin) या बीटा एमाइलोज (β-amylose)

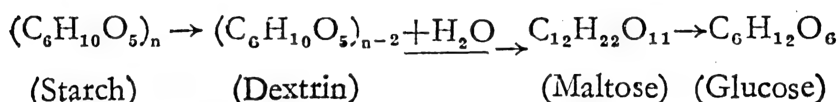
एमाइलोज (Amylose)—यह स्टार्च का घुलनशील भाग है जो 10 से 20 प्रतिशत तक पाया जाता है, (1) यह तनु खनिज अम्लों द्वारा जल विश्लेषित (hydrolyse) हो कर ग्लूकोज में बदल जाता है, परन्तु एमाइलोज (amylase) एन्जाइम द्वारा यह माल्टोज में ही बदलता है। (2) एमाइलोज (amylose) आयोडीन (Iodine) घोल के साथ नीला रंग देता है। (3) परिसारक दाब (Osmotic Pressure) विधि द्वारा यह ज्ञात है कि इसका अणुभार (Molecular weiglt) 10,000 से 50,000 तक है। इससे लेई (Paste) नहीं बनता।

एमाइलोपेक्टिन (Amylopectin)—स्टार्च में यह 80 से 90 प्रतिशत तक पाया जाता है। (1) अम्लों द्वारा जब इसका जलीय विश्लेषण किया जाता है यह केवल ग्लूकोज में बदलता है, परन्तु एन्जाइम एमाइलेज (amylase) से जब जल-विश्लेषण (hydrolysis) किया जाता है तो केवल 60% ग्लूकोज प्राप्त होता है। (2) यह आयोडीन के साथ बैंगनी (Purple) या लाल (Reddish) रंग देता है। (3) यह पानी से लेई (Paste) बनाता है। (4) यह पानी में अघुलनशील है।

गुण (Properties)—भौतिक गुण (Physical Properties)—सफेद दक्षिणवर्ती (Dextro-rotatory), ठन्डे पानी में अघुलनशील तथा गर्म पानी में लेई (Paste) बनाती है तथा अणु-भार (Molecular weight) बहुत अधिक होता है।

रासायनिक गुण (Chemical Properties)—(१) स्टार्च आयोडीन घोल (Iodine solution) के साथ नीला रंग देती है।

(२) यह तनु खनिज अम्लों या एन्जाइम के द्वारा जल-विश्लेषित (hydrolyse) हो जाती है।



$$(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_{n-2} \xrightarrow{+H_2O} C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow C_6H_{12}O_6$$

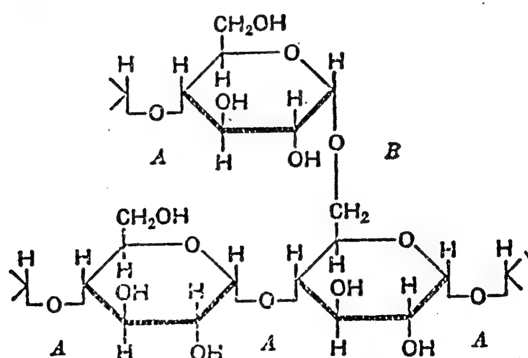
(Starch) (Dextrin) (Maltose) (Glucose)

(३) यह फेहलिंग घोल (Fehling solultion) को अवकरित (reduce) नहीं कर पाती।

(4) जब नाइट्रिक एसिड (HNO_3) से संयोग करती है तो स्टार्च नाइट्रेट (Starch nitrate) या नाइट्रो स्टार्च (Nitro-starch) बनाती है।

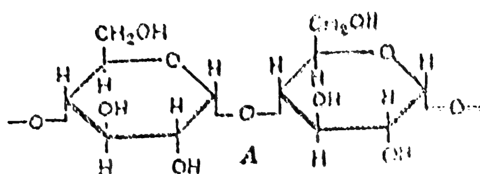
(५) यह एसिटिक एनहाइड्राइड (acetyl anhydride) से संयोग करके स्टार्च एसिटेट (Starch acetate) बनाती है।

संरचना (Structure)—



A = 1,4′α-glucosidic bond
B = 1,6′α-glucosidic bond

Starch (α amylose)



(Amylo Pectin)—Branched at 1, 6—(500-2000 Unit)
Starch (β-amylose)

स्टार्च का जल-विश्लेषण (Hydrolysis of starch)

(1) अल्फा एमाइलेज (α-amylase) एन्जाइम 1, 4, α-glusidic bond को तोड़ती है इससे ग्लूकोज तथा माल्टोज दोनों प्राप्त होता है।

(2) बीटा एमाइलेज (β-amylase) एन्जाइम—यह पोलीसैकाइड के शृंखला (Chain) को माल्टोज इकाई (unit) में अवकरित न होने वाले किनारे (Non-reducing end) से तोड़ती है, इस एन्जाइम से केवल माल्टोज प्राप्त होता है।

उपयोग (uses)

(1) खाने के रूप में (Food)
(2) शराब बनाने में (Alcohol)
(3) लांड्री में (Laundry)
(5) ब्रिटिश गोंद बनाने में (British gum)

सेल्यूलोज (Cellulose) $(C_6 H_{10}O_5)_n$—यह प्रकृति में सब से अधिक पाये जाने वाला कार्बनिक यौगिक है।

प्राप्ति (Occurrence)—पौधों के कोशिका भित्ति में (50%) तथा लकड़ीयुक्त भाग में, जैसे रुई में।

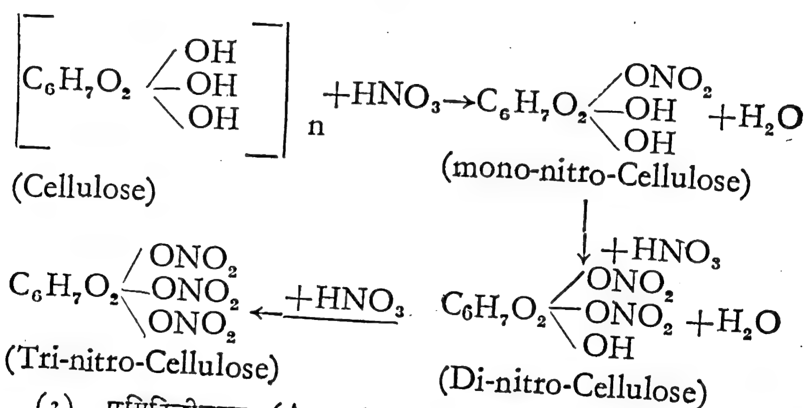
व्यापारिक निर्माण (Manufacture)—पौधों में शुद्ध सेल्यूलोज (Wood Cellulose) हेमी सेल्यूलोज (Hemi Cellulose) तथा लिग्निन (Lignin) के साथ पाया जाता है, जो कि पौली सैकराइड नहीं है। $NaHSO_3$ तथा H_2SO_3 (Sulphurous acid) या NaOH डालकर लिग्निन (Lignin) को सेल्यूलोज से अलग करते हैं। शुद्ध रूप से सेल्यूलोज रुई के ऊपर तनु क्षार, तनु अम्ल, पानी तथा बेन्जीन (Benzene) मिश्रण से उपचार (Treat) करके प्राप्त करते हैं।

गुण (Properties) भौतिकगुण (Physical Properties)—सफेद, अमणिभि, पानी तथा सभी कार्बनिक घोलक (Organic solvent) में अघुलनशील, परन्तु श्वाइत्सर-अभिकर्मक (Schweitger reagent) में घुलनशील है, इसका अणुभार बहुत अधिक है।

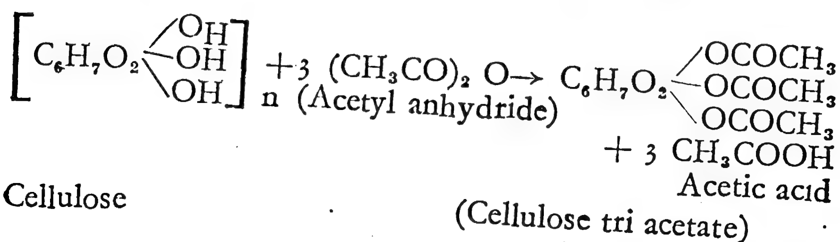
रासायनिक गुण (Chemical Properties)—सेल्यूलोज के महत्वपूर्ण रासायनिक गुण निम्न हैं :

(१) तीव्र क्षार का प्रभाव—सेल्यूलोज को जब तीव्र क्षार से उपचार (treat) किया जाता है तो रेशों की भित्ति (walls) मोटे तथा श्लेषीकृत (gelatinized) हो जाते हैं। इस गुण को जान मर्सर (John Mercer) ने ज्ञात किया तथा इस क्रिया को मर्सराइजेशन (Mercerization) कहते हैं।

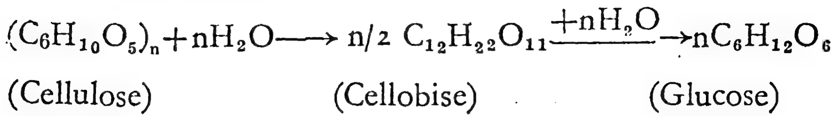
(२) नाइट्रेटीकरण (Nitration)—सेल्यूलोज नाइट्रिक अम्ल से संयोग करके मोनो (Mono), डाई (di) तथा ट्राई (tri) नाइट्रो सेल्यूलोज (nitro cellulose) बनाता है।



(३) एसिटिलीकरण (Acetylation)—सेल्यूलोज नाइट्रिक अम्ल की एसिटिक एन्हाइड्राइड (acetyl anhydride) से भी संयोग करते हैं। सेल्यूलोज ट्राई एसिटेट बनाती है।



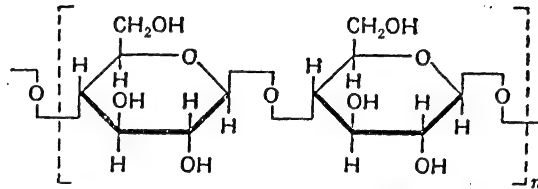
(4) जलीय-विश्लेषण (Hydrolysis)—सेल्यूलोज का तीव्र अवस्था में अम्ल द्वारा जलीय-विश्लेषण हो जाता है।



$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \longrightarrow n/2\ C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{+nH_2O} nC_6H_{12}O_6$$

(Cellulose) (Cellobise) (Glucose)

संरचना (Structure)



Repeating cellobiose unit of cellulose

उपयोग (Uses)—सल्यूलोज एक बहुत ही महत्वपूर्ण यौगिक है जो कि हम लोगों के प्रतिदिन काम आता है।

(1) कागज बनाने में (Paper)

(2) कृत्रिम सिल्क या रेऑन (Rayon) के काम में

(a) सेल्यूलोज नाइट्रेट (Cellulose nitrate)

(b) सेल्यूलोज एसिटेट (Cellulose acetate)

(c) क्यूप्रामोनियम प्रक्रम (Cuprammonium Process)

(d) विस्कस रेआन (Viscous rayon)

(3) विस्फोटक गन-काटन (Explosive Gun-Cotton)

(4) सेल्यूलोज प्लास्टिक (Cellulose Plastic)

(a) नाइट्रो सेल्यूलोज (Nitro-Cellulose)

(b) सेल्यूलोज एसीटेट (Cellulose acetate)

कागज (Paper)—कागज के व्यापारिक निर्माण के लिए सेल्यूलोज, लकड़ी, उत्सर्जित कागज (Waste Paper), रुई (Cotton), फटे-सड़े कपड़े, एस्पार्टो घास (Esparto grass), भूसा तथा पुराने रस्सियों (old ropes) इत्यादि से प्राप्त किया जाता है। कागज के व्यापारिक निर्माण में निम्नलिखित प्रक्रम (Process) हैं।

(a) आधे-सामग्री की तैयारी (Preparation of half-stuff)—सर्वप्रथम लकड़ी को चक्की में भेजते हैं जहाँ पर लकड़ी के रेशे एक दूसरे से लम्बाई में अलग हो जाते हैं जिसका प्रयोग समाचार पत्र के कागज के व्यापारिक निर्माण के लिए होता है। इस विधि को मशीनी विधि (Mechanical Process) कहते हैं।

रासायनिक विधि (Chemical Process) में रुई (Cotton) तथा लीनेन रैग (linen rag) को पहले मशीन द्वारा छोटे-छोटे टुकड़ों में काट लेते हैं। इसके पश्चात् मशीन के द्वारा इसे अशुद्धियों से अलग कर लेते हैं। रासायनिक अशुद्धियाँ (Chemical impurities) कास्टिक सोडा (Caustic Soda) या चूने के पानी (lime water) तथा उबाल (Boil) प्रक्रम अलग करते हैं। इसे अब पानी से धोकर मशीन के द्वारा छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ लेते हैं। इस अवस्था में इस पदार्थ को (Half-Stuff) कहते हैं।

(b) हाफ स्टफ (Half-Stuff) को लुगदी (Pulp) में बदलना—अब हाफ स्टफ का विरन्जन (Bleaching) करके दुरमुट में भेजते हैं जहाँ पर रेशे पूर्ण रूप से अलग हो जाते हैं, इसे लुगदी (Pulp) कहते हैं।

लकड़ी के रेशे इस प्रकार प्राप्त करने के पश्चात् लिगनिन (Lignin) अलग करने के लिए इसका रासायनिक उपचार (Chemical treatment) करते हैं, जिसके लिए दो प्रक्रम (Process) हैं :

(i) सल्फाइट प्रक्रम (Sulphite Process)

(ii) सोडा प्रक्रम (Soda Process)

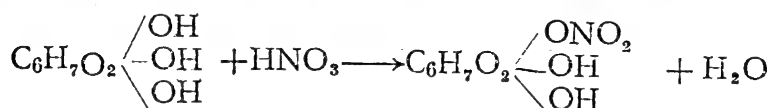
सल्फाइट प्रक्रम में रेशों को कैल्शियम बाई सल्फाइट (Calcium bi Sulphite) (Super heated steam) के साथ अधिक दबाव तथा तापक्रम पर पचा (digest) लेते हैं। परन्तु सोडा प्रक्रम में यह कास्टिक सोडा (Caustic soda) के साथ करते हैं। इसे अब पानी से धोकर छानते हैं, और विरंजन करने के पश्चात् दुरमुट इंजन (Beating engine) में लुगदी बना लेते हैं :

(c) लुगदी का कागज में परिवर्तन—लुगदी को अब रोजिन (rogin) के स्टार्च, क्ले (Cley) इत्यादि के साथ मिला कर होमोजिनाइज (homogenize) करते हैं, तत्पश्चात् पानी के साथ लुगदी बना कर रोलर (roller) के बीच से प्रवेश करते हैं जिससे अधिकांश जल बाहर निकल जाता है। इसे दुबारा रोलरों के मध्य से प्रवेश करके भाप उष्मित (steam heated) शोषक (drying) सिलिंडर में भेजते हैं।

(d) कागज की परिसज्जा (Finish Paper)—कागज की परिसज्जा सुपर कैलेन्डरिंग द्वारा की जाती है। कैलेन्डर्स कास्ट-आयरन (Cast iron) के बने (Vizontal) रोलर्स (rollers) हैं जो कि अधिक पालिश (Polished) रहते हैं। इसे अंत में चर्खी पर लपेट लेते हैं।

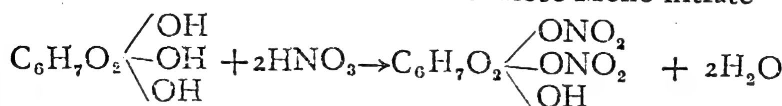
रेआन या कृत्रिम सिल्क (Rayon or artificial silk)—रेआन उन सभी रेशों को कहते हैं जो कि सेल्यूलोज से कृत्रिम ढंग से बनाया जाता है। सेल्यूलोज के बहुत से संजात (Derivative) हैं जो कि रेआन बनाने के काम आता है। कुछ संजात निम्न हैं :

(a) सेल्यूलोज नाइट्रेट (Cellulose Nitrate)—जब सेल्यूलोज का अपूर्ण नाइट्रीकरण (Nitrification) किया जाता है, तो मोनो (mono) तथा डाई-नाइट्रेट (di-nitrate) का मिश्रण प्राप्त होता है। इसे इथाइल एल्कोहल (ethyl alcohol) तथा ईथर (ether) के मिश्रण में घोलकर छोटे केशिकानली (Capillary-tube) से वायु में बल कृत (Forced) करते हैं। वायु में आते ही विलायक (Solvent) वाष्पित हो जाता है। तथा बचे हुये तन्तु (filament) को क्षार से उपचार (treat) करके सेल्यूलोज को नाइट्रेट से अलग कर लेते हैं।



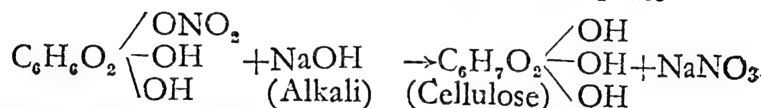
$$C_6H_7O_2\begin{cases}OH\\-OH\\OH\end{cases} + HNO_3 \longrightarrow C_6H_7O_2\begin{cases}ONO_2\\-OH\\OH\end{cases} + H_2O$$

Cellulose-Mono-nitrate



$$C_6H_7O_2\begin{cases}OH\\-OH\\OH\end{cases} + 2HNO_3 \rightarrow C_6H_7O_2\begin{cases}ONO_2\\-ONO_2\\OH\end{cases} + 2H_2O$$

Cellulose-di-nitrate

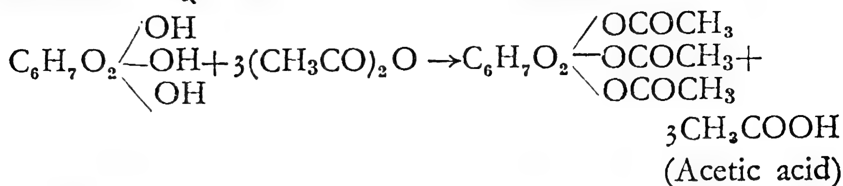


$$C_6H_6O_2\begin{cases}ONO_2\\-OH\\OH\end{cases} + \underset{\text{(Alkali)}}{NaOH} \rightarrow \underset{\text{(Cellulose)}}{C_6H_7O_2}\begin{cases}OH\\-OH\\OH\end{cases} + NaNO_3$$

(Cellulose mono nitrate) (Sodium nitrate)

(b) सेल्यूलोज एसीटेट (Cellulose acetate)—सर्वप्रथम सेल्यूलोज को एसिटिक एन्हाइड्राइड (acetic anhydride) के द्वारा एसीटिलीकरण करके सेल्यूलोज डाई एसीटेट में बदल लेते हैं। यह क्रिया सांद्र गन्धक के अम्ल की उपस्थिति में करते हैं। अब इसे पानी से उपचार (treat) करके सेल्यूलोज डाई एसीटेट में परिवर्तित करते हैं। इस डाई एसीटेट को एसीटोन (acetone) में घोल

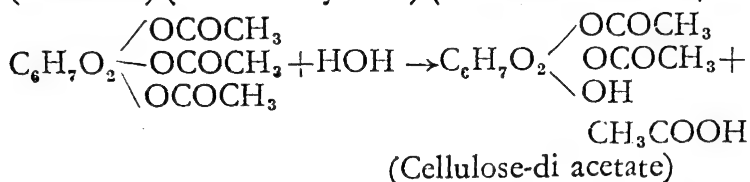
कर गर्म कक्ष में बट (Spin) लिया जाता है। इस कक्ष में विलायक वाष्पित हो जाता है तथा सेल्यूलोज डाई एसीटेट रेशे के रूप में रह जाता है।



$$C_6H_7O_2\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}+3(CH_3CO)_2O \rightarrow C_6H_7O_2\begin{cases}OCOCH_3\\OCOCH_3\\OCOCH_3\end{cases}+3CH_3COOH$$

(Acetic acid)

(Cellulose) (Acetic anhydride) (Cellulose-triacetate)



$$C_6H_7O_2\begin{cases}OCOCH_3\\OCOCH_3\\OCOCH_3\end{cases}+HOH \rightarrow C_6H_7O_2\begin{cases}OCOCH_3\\OCOCH_3\\OH\end{cases}+CH_3COOH$$

(Cellulose-di acetate)

(c) क्यूप्रैमोनियम विधि (Cuprammonium process)—सेल्यूलोज को अमोनिकल कापर हाइड्राक्साइड (ammonical $Cu(OH)_2$) में घोल कर स्पाइनारेट् (Spinaret) से बलकृत (Forced) करके गंधक के अम्ल में भेजते हैं, जहाँ पर सेल्यूलोज धागे के रूप में अवक्षेपित हो जाता है।

(d) श्यान रेआन (Viscous rayon)—इस विधि द्वारा सेल्यूलोज सब से अधिक कृत्रिम रूप से बनाया जाता है। इस प्रक्रम में सेल्यूलोज को सोडियम हाइड्राक्साइड (NaOH) के घोल में पचा कर इसमें कार्बन डाइ सल्फाइड (CS_2) प्रवेश करते हैं। जिससे सोडियम सेल्यूलोज जैन्थेट (Sodium cellulose xanthate) प्राप्त होता है। इसे छान कर स्पाइनारेट् (Spinaret) में बलकृत करके गंधक के अम्ल तथा सोडियम सल्फेट (Na_2SO_4) के घोल में प्रवेश करते हैं।

विस्फोटक गन-काटन (Explosive gun-cotton)—सेल्यूलोज पर धूमापमान नाइट्रिक अम्ल (Fuming nitric acid) तथा सान्द्र गन्धक के अम्ल से मिश्रित क्रिया द्वारा गन-काटन् (gun-cotton) तैयार करते हैं। जब इसे दबाया कर प्रस्फोट (दागना) किया जाता है तो एक शक्तिशाली विस्फोट होता है।

सेल्यूलोज प्लास्टिक (Cellulose Plastic)—प्लास्टिक के रूप में सेल्यूलोज नाइट्रेट तथा एसीटेट प्रयोग किया जाता है।

(i) नाइट्रो-एसीटेट (Nitro-acetate)—सांद्र नाइट्रिक तथा गन्धक के अम्ल व पानी के मिश्रण से शुद्ध रुई का नाइट्रीकरण करते हैं, जिससे सेल्यूलोज नाइट्रिक अम्ल से संयोग करके सेल्यूलोज नाइट्रेट बनता है : अब इस सेल्यूलोज नाइट्रेट को कपूर (Camphor) के साथ 3:1 के अनुपात में मिलाकर एक वर्तन में रख

कर ढक्कन से ढँक देते हैं तत्पश्चात् इसे गर्म करते हैं और जब रेशे फूल (Swell) कर जिलेटिन (Gelatin) के रूप में आ जाते हैं तब इसमें रंग, पिगमेन्ट (Pigment) तथा स्थायित्वकारी (Stabilizer) मिलाते हैं। अशुद्धियों को कैलिको (Calico) से छान कर एल्कोहल 25% तक करने के लिए गर्म करते हैं। इस समय यह गुथे हुये आटे (dough) के समान हो जाता है जिसे रोल करके मोटे चादर (Sheet) के रूप में बना लेते हैं। इस चादर को सेल्योल्वायड शीट (Celloloid) कहते हैं। इसमें नाइट्रोजन की प्रतिशत 10 से 14 तक रहती है।

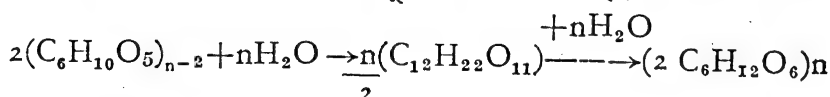
(ii) सेल्यूलोज एसीटेट (Cellulose acetate)—सर्वप्रथम शुद्ध सेल्यूलोज के ऊपर एसिटिक एनहाइड्राइड (acetic anhydride) ग्लैसियल एसिटिक अम्ल (glacial acetic acid) तथा सांद्र गंधक का अम्ल (Conc sulphuric acid) के मिश्रण के प्रतिक्रिया द्वारा सेल्यूलोज ट्राई एसीटेट प्राप्त करते हैं जिसे पानी के प्रतिक्रिया द्वारा सेल्यूलोज डाई एसीटेट में बदलते हैं। अब इसे डाई मिथाइल थैलेट (Dimethyl Phthalate) तथा एसीटोन (acetone) के साथ 30 से 40°C पर तीन घंटे तक मिलाते हैं। इस पदार्थ को छान कर चादर (Sheet) के रूप में बना लेते हैं।

डेक्सट्रिन (Dextrin) $(C_6H_{10}O_5)_n$—जब स्टार्च का जलीय विश्लेषण किया जाता है तो डेक्सट्रिन एक मध्यस्थ (Intermediate) पदार्थ के रूप में प्राप्त होता है। यह स्टार्च से कम जटिल तथा पानी में अधिक घुलनशील हैं।

गुण (Properties)—(1) डेक्सट्रिन आयोडीन घोल के साथ लाल-भूरा Reddish-brown) रंग देता है।

Dextrin + Iodine soln. → Reddish-brown colour

(2) इसे जब तनु खनिज अम्लों (dil. mineral acids) के साथ उबाला जाता है तो यह जल-विश्लेषित होकर ग्लूकोज में बदल जाता है।



$$2(C_6H_{10}O_5)_{n-2} + nH_2O \rightarrow \frac{n}{2}(C_{12}H_{22}O_{11}) \xrightarrow{+nH_2O} (2\ C_6H_{12}O_6)n$$

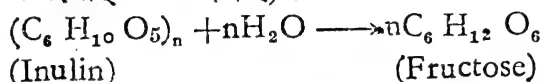
(Dextrin) (Maltose) (Glucose)

(3) यह ग्लूकोज के बहुत से अणुओं से मिल कर बना है परन्तु इसकी संख्या स्टार्च में उपस्थित ग्लूकोज की संख्या से दो अणु कम होता है।

(4) ये दक्षिण-वर्ती (Dextro-rotatory) होते हैं।

फ्रक्टोजन्स (Fructosans)—जब इनका जलीय-विश्लेषण (hydrolysis) होता है तो फ्रक्टोज के अनेक अणु प्राप्त होते हैं अर्थात् फ्रक्टोजन्स, फ्रक्टोज अणुओं के एनहाइड्राइड (anhydride) हैं।

इनुलिन (Inulin) $(C_6H_{10}O_5)_n$—यह सफेद रंग का एक अणुरिभ (amorphous) पदार्थ है जो कि गर्म पानी में कलिल (Colloid) के रूप में हो जाता है। यह वामा-वर्ती (Laevorotatory) है, तथा जलीयविश्लेषण (hydrolysis) के पश्चात् फ्रक्टोज देता है)।



$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \longrightarrow nC_6H_{12}O_6$$

(Inulin) (Fructose)

लिगनिन (Lignin)—यह एक बहुत ही जटिल पदार्थ है, जिसकी संरचना अब भी अज्ञात् है। यह सेल्यूलोज के साथ पाया जाता है, इस रूप में इसे लिग्नो-सेल्यूलोज (ligno-cellulose) कहते हैं।

हेमी सेल्यूलोज (Hemi cellulose)—ये पेन्टोजन्स (Pentosans) के वर्ग में आते हैं, जैसे जाइलन (xylan), अरेबन (Arban) तथा जलीय-विश्लेषण के पश्चात् पेन्टोज शर्करा (Pentose sugar) देते हैं। इसका गुण सेल्यूलोज के गुण से मिलता-जुलता है तथा अम्लों द्वारा जल्द ही जल-विश्लेषित हो जाते हैं व क्षार में शीघ्र घुल जाते हैं।

मिश्रित पोली सैक्राइड्स (Mixed polysaccharides)

(१) पेक्टिन (Pectin)—यह कलिल पोली सैक्राइड है जिसका अणुभार बहुत अधिक होता है, तथा जलीय-विश्लेषण (hydrolysis) के पश्चात् निम्न यौगिक देते हैं—

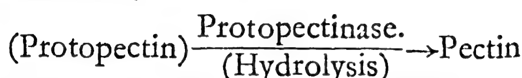
(a) गैलेक्टरोनिक अम्ल (galacturonic acid)
(b) अरैबिनोज (L—Arbinose)
(c) गैलेक्टोज (D—galactose)
(d) मिथाइल एल्कोहल (Methyl alcohol)
(e) एसिटिक अम्ल (Acetic acid)

पेक्टिन पदार्थ तीन प्रकार का होता है :

(i) प्रोटो पेक्टिन (Proto pectin)
(ii) पेक्टिन (Pectin)
(iii) पेक्टिक अम्ल (Pectic acid)

तीनों पेक्टिन पदार्थों में प्रोटो पेक्टिन मुख्य है जो कि पौधों के कोशिका भित्त में पाया जाता है, इसे पहले पेक्टोज (Pectose) कहा जाता था। इसे प्रोटो

पेक्टिनेज एन्जाइम (Proto pectinase enzyme) द्वारा पेक्टिन पदार्थ में जल-विश्लेषित किया जा सकता है जो कि पानी में घुलनशील हैं। यह क्रिया फलों के पकने (Ripening of fruits) में होता है। पेक्टिन में 10 प्रतिशत तक मिथाइल एल्कोहल पाया जाता है।



$$\text{(Protopectin)}\xrightarrow[\text{(Hydrolysis)}]{\text{Protopectinase.}}\text{Pectin}$$

(२) म्यूसिलेज (Mucilage)—यह कलिलि (Colloid) प्रकृति का पदार्थ है जो कि पोली सैक्राइड्स तथा गन्धक का ईस्टर (Ester) है। यह जलीय-विश्लेषण के पश्चात् निम्न पदार्थ देते हैं—

(a) गैलेक्टोज या इसके समावयव (galactose or its isomers)

(d) मैनोज (Mannose)

(c) रैम्नोज (Rhamnose)

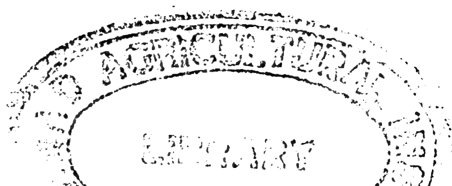
(३) ग्लूकोसाइड्स (Glucosides)—उन पदार्थों को कहते हैं, जिनमें ग्लूकोज तथा समक्षारीय (Basic) या अम्लीय (acidic) कार्बनिक यौगिक रासायनिक बन्धन से जुड़े रहते हैं। जिन पदार्थों में ग्लूकोज के अतिरिक्त अन्य शर्करा (sugar) रहता है, उसे ग्लाईकोसाइड (glycoside) कहते हैं। ग्लूकोसाइड्स के मुख्य गुण निम्न हैं—

(i) ये रंगहीन, मणिभि (Crystalline) तथा बहुत ही कड़वा (bitter) होता है।

(ii) ये वामावर्ती होते हैं।

(iii) ग्लूकोसाइड्स अम्लों तथा कुछ एन्जाइम द्वारा जल-विश्लेषित हो जाता है।

ग्लूकोसाइड के उदाहरण—(१) मिथाइल ग्लूकोसाइड (२) अर्बुटिन (३) एमिग्डलिन।



३ | लाइपिड
(Lipids)

लाइपिड को लीप्वयड (Lipoid), लाइपाइड (Lipide) तथा लाइपिन (Lipin) के नाम से भी पुकारा जाता है। ये अनेक प्रकार के होते हैं जो कि एक दूसरे से रासायनिक दृष्टिकोण में भिन्न हैं। फिर भी कुछ गुण सभी के समान होते हैं, जैसे सभी लाइपिड पानी में अघुलनशील, ग्रीजी (greasy) तथा कार्बनिक विलायक (organic solvent) में घुलनशील होते हैं। इनमें कुछ लाइपिड का जलीय-विश्लेषण (hydrolysis) होता है, तथा कुछ का नहीं होता।

वर्गीकरण (Classification)—लाइपिड को तीन मुख्य वर्गों में विभक्त किया गया है—

I—सरल लाइपिड (Simple lipid)—ये एलिफैटिक एल्कोहल तथा एलिफैटिक मोनो कार्बोक्जिलिक अम्लों (aliphatic mono carboxylic acids) के ईस्टर हैं।

1. वसा व तेल (Fats and Oils)—ये ग्लीसराल तथा वसीय-अम्लों (Fatty acids) के ईस्टर हैं।

2—मोम (Waxes)—ये अधिक अणु-भार वाले मोनो हाइड्राइक्ड्रिक एल्कोहल तथा वसीय अम्लों के ईस्टर हैं।

II—यौगिक-लाइपिड (Compound Lipids)—ये एलिफैटिक एल्कोहल तथा एलिफैटिक मोनो कार्बोक्जिलिक अम्लों के ईस्टर हैं, जिनके साथ अन्य यौगिक भी जुड़े रहते हैं।

1—फास्फो लाइपिड (Phospho Lipid)—इसमें वसीय अम्ल, एल्कोहल, फास्फोरिक अम्ल तथा एमीन पाया जाता है।

2—ग्लाइको लाइपिड (Glyco Lipids)—इसमें वसीय अम्ल, कार्बोहाइड्रेट (अधिकतर गैलेक्टोज) तथा नाइट्रोजन मई बेस (Base) पाया जाता है।

III—लाइपिड के जल-विश्लेषित यौगिक (Hpdrolytic products of lipids)—इस वर्ग में सरल तथा यौगिक लाइपिड के जल-विश्लेषित यौगिक आते हैं जो निम्न हैं—

(1) वसीय अम्ल (fatty acids)

(2) एल्कोहल, ग्लीसराल तथा स्टराल लेकर (Alcohol including glycerot ond Sterols).

(3) अन्य यौगिक जैसे नाइट्रोजनस बेस (Nitrogenous base) तथा फास्फोरिक अम्ल (Phosphoric acid).

वसा का वर्गीकरण (Classification of Fat)—स्रोत (Source) के अनुसार इन्हें दो वर्गों में विभक्त किया गया है :

I—पशु (Animal)

A—पशु वसा (Animal fats)
B—पशु तेल (Animal Oils)
(i) शुष्कन तेल (Drying Oils)
(ii) अर्ध शुष्कन तेल (Semi drying Oils)
(iii) शुष्कनहीन तेल (Non drying Oils)

II—वनस्पति-तेल (Vegitable Oils)

A—वनस्पति वसा (Vegitable fats)
B—वनस्पति तेल (Vegitable Oils)
(i) शुष्कन तेल (Drying Oils)
(ii) अर्ध शुष्कन तेल (Semi drying Oils)
(iii) शुष्कनहीन तेल (Non-drying Oils)

वसा व तेल (Fat and Oils)—ये पदार्थ वसीय अम्ल (Fatty acids) तथा ग्लिसराल (Glycerol) के ईस्टर हैं। जलीय-विश्लेषण होने पर ये वसीय अम्ल तथा ग्लिसरोल में टूट जाते हैं। वसा तथा तेल के प्रत्येक अणु वसीय अम्ल के तीन अणु तथा ग्लिसरोल के एक अणु से बनता है जिसके कारण इन्हें ट्राई ग्लिसराइड्स (Tri glycerides) भी कहते हैं। वसा तथा तेल दोनों यद्यपि ईस्टर्स हैं, तथा एक दूसरे से अधिक मिलते-जुलते हैं, फिर भी इनके मध्य कुछ असमानता है। मुख्य असमानता निम्न हैं।

(1) वसा साधारण तापक्रम पर अधिकतर ठोस तथा तेल उसी तापक्रम पर द्रव के रूप में रहते हैं।

(2) वसा में तेल की अपेक्षा कम अणु भार वाले वसीय अम्ल अधिक पाये जाते हैं।

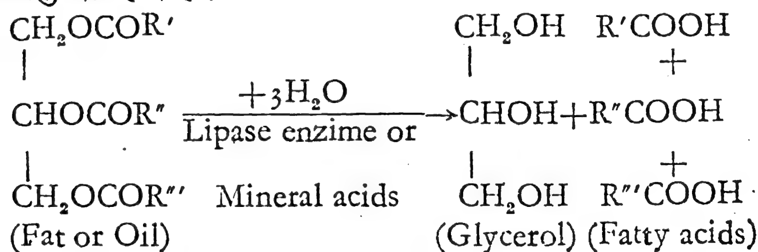
(3) वसाओं में संतृप्त (Saturated) वसीय अम्ल तेल की अपेक्षा अधिक पाया जाता है।

(4) वसाओं में अधिक अणु भारवाले वासीय अम्ल (highly fatty acids) तेल से कम पाया जाता है।

(5) वसाओं का पाचन तेल से अधिक सुगमतापूर्वक होता है।

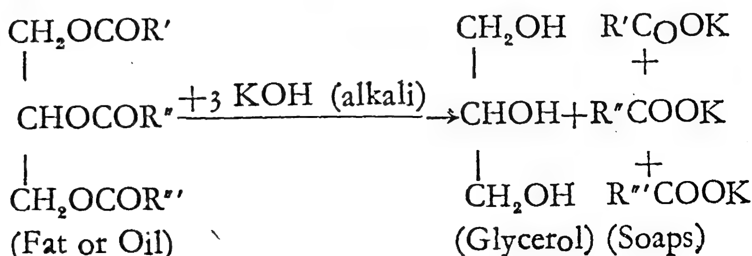
गुण (Properties)—भौतिक गुण (Physical properties)—वसा व तेल पानी में अघुलनशील तथा कार्बनिक-विलायक (Organic solvent) में घुलनशील होते हैं। अधिक अणु भार वाले वसा या तेल का द्रवनांक (Melting point) अधिक तथा कम अणु-भार वाले वसा या तेल का कम होता है। इनके अणु भार की अधिकता इनमें उपस्थित संतृप्त तथा लम्बे शृंखला (Long chain) वाले वसीय अम्लों के कारण होती है। इसके साथ ही साथ असंतृप्त तथा छोटे शृंखला वाले वसीय अम्लों के कारण वसाओं तथा तेलों की घुलनशीलता अधिक तथा द्रवनांक कम हो जाता है।

रासायनिक गुण (Chemical properties)—(1) जल-विश्लेषण (Hydrolysis)—जब वसा या तेल को एन्जाइम या अम्ल द्वारा जल-विश्लेषित (hydrolysis) किया जाता है, तो वसीय अम्लों का तीन अणु तथा ग्लिसराल का एक अणु प्राप्त होता है।



$$\begin{array}{l} CH_2OCOR' \\ | \\ CHOCOR'' \\ | \\ CH_2OCOR''' \\ \text{(Fat or Oil)} \end{array} \xrightarrow[\text{Lipase enzime or Mineral acids}]{+3H_2O} \begin{array}{l} CH_2OH \quad R'COOH \\ | \qquad\qquad + \\ CHOH + R''COOH \\ | \qquad\qquad + \\ CH_2OH \quad R'''COOH \\ \text{(Glycerol) (Fatty acids)} \end{array}$$

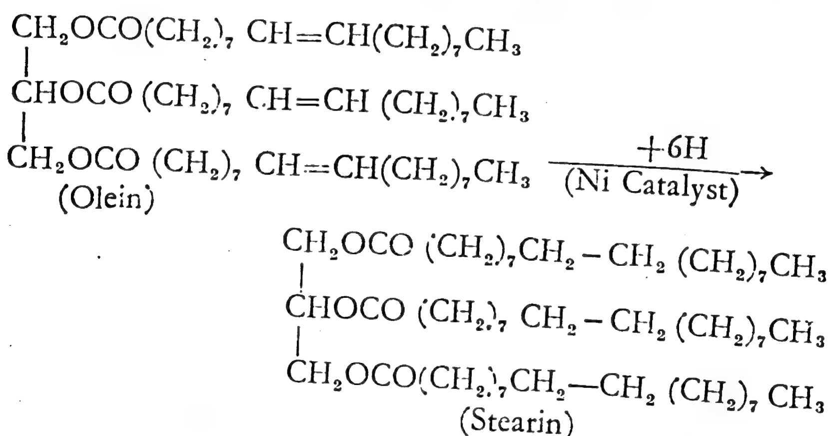
(2) साबुनीकरण (Saponification)—ये जब क्षार से प्रतिक्रिया करते हैं तो साबुन तथा ग्लिसराल बनता है। इस प्रतिक्रिया को साबुनीकरण कहते हैं।



$$\begin{array}{l} CH_2OCOR' \\ | \\ CHOCOR'' \\ | \\ CH_2OCOR''' \\ \text{(Fat or Oil)} \end{array} \xrightarrow{+3\ KOH\ \text{(alkali)}} \begin{array}{l} CH_2OH \quad R'COOK \\ | \qquad\qquad + \\ CHOH + R''COOK \\ | \qquad\qquad + \\ CH_2OH \quad R'''COOK \\ \text{(Glycerol) (Soaps)} \end{array}$$

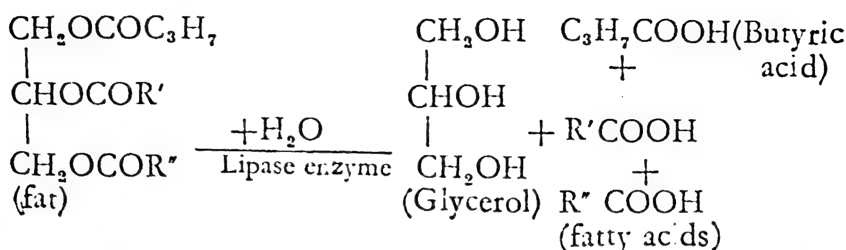
साबुन तथा ग्लिसराल पानी में घुलनशील तथा वसा विलायक (Fat solvent) में अघुलनशील होते हैं।

(3) हाइड्रोजनीकरण (Hydrogenation)—जब असंतृप्त वसीय अम्लों से बने वसा व तेल को हाइड्रोजन (H_2) से प्रतिक्रिया कराते हैं तो संतृप्त वसीय अम्लों का वसा प्राप्त होता है। यह प्रतिक्रिया निकिल (Ni) उत्प्रेरक (Catalyst) की उपस्थिति में होती है, जिसके कारण वसा ठोस हो जाता है। इस प्रतिक्रिया को वसा का कठोरीकरण (Hardening of fat) भी कहते हैं।

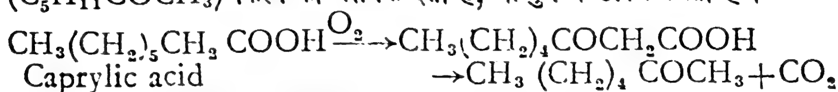


(4) पूतिगंधिता (Rancidity)—वसा या तेल को कुछ समय के लिए जब प्रकाश, वायु, ताप या नमी में छोड़ दिया जाता है तो उसमें धीरे-धीरे दुर्गन्ध उत्पन्न हो जाती है जिसके कारण ये पूतिगंधी (rancid) कहलाते हैं, तथा इस गुण को वसा या तेल का पूतिगंधिता कहते हैं। पूतिगंधिता तीन प्रकार की होती है—

(i) जल विश्लेषण पूतिगंधिता (Hydrolytic rancidity)—इस पूतिगंधिता में वसा व तेल का जल-विश्लेषण लाइपेज एन्ज़ाइम (Lipase enzyme) द्वारा होता है जिसके कारण स्वतंत्र वाष्पशील वसीय अम्ल (Free Volatile fatty acids) उत्पन्न होता है जो कि दुर्गन्ध का कारण है। यह प्रतिक्रिया पूर्ण नहीं होती, क्योंकि पानी में घुलनशील ब्यूटाइरिक अम्ल (Butyric acid) के एकत्रित हो जाने के कारण लाइपेज (Lipase) एन्जाइम निष्क्रिय (inactive) हो जाता है।



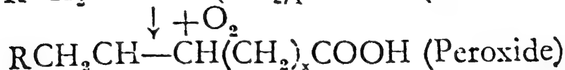
(ii) कीटानिक पूतिगंधिता (Ketonic rancidity)—यह पूतिगंधिता कुछ प्रकार के फफूँदी (Mould) द्वारा उत्पन्न होती है जिसके कारण वसा व तेल के संतृप्त वसीय अम्ल बीटा स्थिति (β-position) पर आक्सीकृत (Oxidize) हो कर कीटो अम्ल (Keto acids) बनाता है। यह कीटो अम्ल टूट कर मीथाइल कीटोन्स ($C_5H_{11}COCH_3$) किस्म का यौगिक देता है, जो दुर्गन्ध उत्पन्न करता है।



(iii) आक्सीकर पूतिगन्धिता (Oxidative rancidity)—दुग्ध वसा (milk fat) में असंतृप्त वसीय अम्ल 40% से अधिक पाया जाता है जो कि आक्सीजन से संयोग करके आक्सीकृत हो जाता है। इससे दुर्गंध उत्पन्न होती है। असंतृप्त वसीय अम्लों के आक्सीकरण के लिए दो वाद (Theory) प्रचलित हैं।

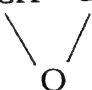
(a) परआक्साइड वाद (Peroxide theory)—इस वाद के अनुसार असंतृप्त वसीय अम्लों के युग्म बधों (double bonds) पर आक्सीकरण होता है, जिसके कारण परआक्साइड (Peroxide) बनता है जो कि टूट कर आक्साइड (Oxide) तथा आक्सीजन (Oxygen) में बदल जाता है। इस आक्साइड के टूटने से अन्त में एल्डिहाईडिक (aldehydic) तथा कीटानिक (Ketonic) प्रकृति का यौगिक बनता है, जिसके कारण दुर्गंध उत्पन्न होती है।

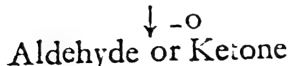






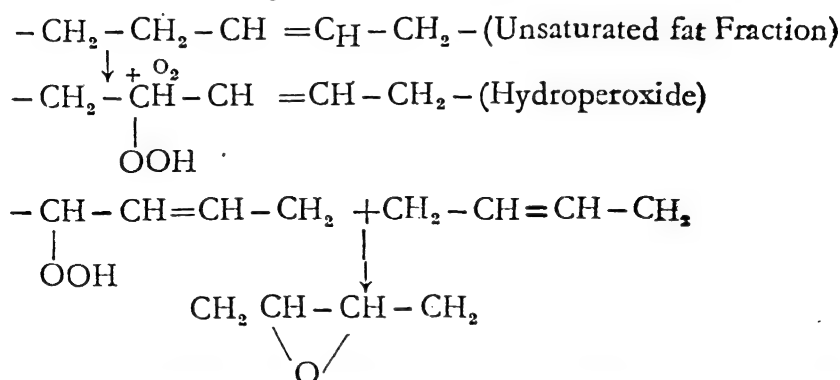






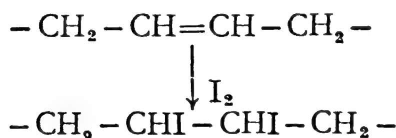
चूँकि परआक्साइड यौगिक आयोडीन मान (Iodine Value) देता है जो कि युग्म बन्ध (double bond) के कारण होता है, इसलिए यह स्पष्ट है कि आक्सीकर पूर्तिगंधिता में आक्सीजन युग्म बन्धों (double bonds) पर क्रिया नहीं करता।

(b) हाइड्रो परआक्साइड वाद (Hydro Peroxide Theory)—इस वाद के अनुसार आक्सीकरण युग्म बन्धों के CH से जुड़े CH_2 अंश पर होता है जिससे हाइड्रोपरआक्साइड बनता है तथा युग्म बन्ध उसी भाँति बना रहता है जिसके कारण वसा आक्सीकरण के पश्चात भी आयोडीन-मान देता है। बना हुआ हाइड्रोपरआक्साइड अंत में टूट कर विभिन्न प्रकार के असंतृप्त एल्डिहाइड में बदल जाता है जिससे दुर्गंध उत्पन्न होती है :



$$-CH_2-CH_2-CH=CH-CH_2- \text{(Unsaturated fat Fraction)}$$
$$\downarrow + O_2$$
$$-CH_2-\underset{\substack{|\\ OOH}}{CH}-CH=CH-CH_2- \text{(Hydroperoxide)}$$
$$-\underset{\substack{|\\ OOH}}{CH}-CH=CH-CH_2 + CH_2-CH=CH-CH_2$$
$$\downarrow$$
$$CH_2\ CH-CH-CH_2 \text{ (O bridged)}$$

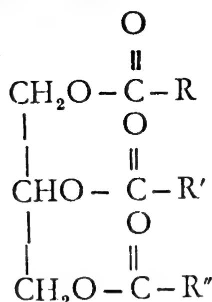
(5) आयोडीन से प्रतिक्रिया (Reaction With Iodine)—जब असंतृप्त वसीय अम्लों से बने वसा व तेल को आयोडीन क्लोराइड या ब्रोमाइड से संयोग कराते हैं तो युग्म बन्ध आयोडीन से संतृप्त हो जाता है।



$$-CH_2-CH=CH-CH_2-$$
$$\downarrow I_2$$
$$-CH_2-CHI-CHI-CH_2-$$

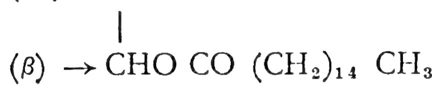
संरचना (Structure)—वसा व तेलों को निम्न सामान्य संरचना (general structure) से प्रदर्शित किया जा सकता है, जिसमें R, R′ तथा R″ एक दूसरे से भिन्न भी हो सकते हैं : उदाहरण—यदि R, R′ तथा R″ तीनों पामिटिक अम्लों से प्राप्त हुआ है तो बने हुये वसा को ट्राई पामिटिन (Tripalmitin) कहेंगे, और यदि ये भिन्न-भिन्न वसीय अम्लों से बने हैं, जैसे पामिटिक,

(Palmitic), स्टियरिक (Stearic) तथा लारिक (Lauric) अम्ल, तो बने हुये



वसा को पामिटोस्टियरोलारिन (Palmitc—Stearec-Laurin) कहेंगे। ग्लिसराल के प्रथम कार्बन परमाणु को अल्फा (α), दूसरे को बीटा (β) कहते हैं। इसी स्थिति के अनुसार वसा व तेल का पूर्ण नाम दिया जाता है। जैसे—







α – Stearo – α' lauro – β Palmitin (A mixed tri-glyceride)

मोम (Waxes)—ये भी एल्कोहल तथा वसीय अम्लों के ईस्टर (ester) हैं, परन्तु गुणों में वसा व तेल से भिन्न होते हैं, क्योंकि मोम में ग्लिसराल एल्कोहल के स्थान पर लम्बे शृंखला वाले मोनो हाइड्राक्सी एल्कोहल (monohydroxy alcohol) या डाई हाइड्राक्सी एल्कोहल (Dihydroxy alcohol) होते हैं। जैसे—

(1) सिटाइल एल्कोहल	(Cetyl alcohol)	$C_{16}H_{33}OH$
(2) मेलिस्ल ,,	(Melissl alcohol)	$C_{30}H_{61}OH$
(3) कार्नाबिल ,,	(Carnaubyl alcohol)	$C_{24}H_{49}OH$
(4) कोसेरिल ,,	(Cocceryl alcohol)	$C_{30}H_{60}(OH)_2$

मोम पौधों तथा पशुओं दोनों में पाया जाता है जो बचाव का काम करते हैं, ये पानी में अघुलनशील तथा कार्बनिक विलेयक (Organic solvent) में घुलनशील होते हैं। वसा व तेल की भाँति इनका भी साबुनीकरण (Saponification) होता है, परन्तु इनमें यह प्रतिक्रिया अत्यन्त कठिनता से होती है।

मधुमोम (Bee wax) में निम्न एल्कोहल व अम्ल पाया जाता है—

माइरिसिल एल्कोहल		(Myricylalcohol)	$C_{30}H_{62}OH$
पामिटिक	अम्ल	(Palmitic acid)	$C_{16}H_{32}O_2$
सिरोटिक	,,	(Cerotic acid)	$C_{26}H_{52}O_2$
मेलिसिक	,,	(Melissic acid)	$C_{30}H_{60}O_2$

III. लाइपिड के जल-विश्लेपित यौगिक (Hydrolytic products Alipids

वसीय अम्ल (Fatty acids)—जब वसा तथा तेल का जल विश्लेषण किया जाता है, तो एलीफैटिक मोनो कार्बाक्जलिक अम्ल (Aliphatic monocarboxylic acids) जिसे वसीय अम्ल कहते हैं, तथा ट्राईहाइड्रिक एल्कोहल (Trihydric alcohol *i.e.*, glycerol) प्राप्त होता है ।

सरल (Simple) तथा यौगिक लाइपिड में वसीय अम्ल एक आवश्यक अंग के रूप में उपस्थित रहता है । अधिकतर इन अम्लों में कार्बन परमाणुओं की संख्या सम (even) होती है ।

वर्गीकरण (Classification)—वसीय अम्लों को चार वर्गों में विभक्त किया गया है जो कि निम्न हैं :

(a) संतृप्त वसीय अम्ल (Saturated fatty acids)
(b) असंतृप्त वसीय अम्ल (Unsaturated fatty acids)
(c) हाइड्राक्सी वसीय अम्ल (Hydroxy fatty acids)
(d) चक्रीय वसीय अम्ल (Cyclic fatty acids)

चूँकि ये अम्ल वसीय पदार्थों (Fatty substances) में अधिकतर पाया जाता है, इसलिये इन्हें वसीय अम्लें (fatty acids) कहा जाता है । प्राकृतिक पदार्थों में संतृप्त तथा असंतृप्त वसीय अम्ल मुख्य रूप से पाया जाता है ।

संतृप्त वसीय अम्लें (Saturated fatty acids)—(1) इनका साधारण सूत्र $C_nH_{2n+1}COOH$ है ।

(2) ये अधिकतर पानी में अघुलनशील तथा एसिटिक अम्ल (Acetic acid) व प्रोपिआनिक अम्ल (Butyric acid) में 5·6%, कैप्रोइक अम्ल (Caproic acid) में 4·% तक ही घुलनशील हैं ।

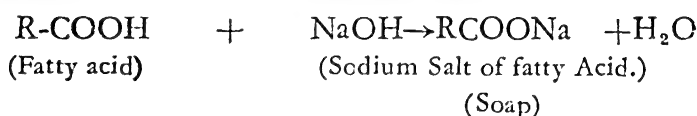
(3) वसीय अम्ल जब भाप के सम्पर्क में आते हैं तो जो उड़ जाते हैं उन्हें भाप वाष्पशील (Steam volatile) तथा अन्य को भाप अवाष्पशील (Steam

nonvolatile) संतृप्त वसीय अम्ल कहते हैं। दो कार्बन परमाणु से दस कार्बन परमाणु वाले वसीय अम्ल भाप वाष्पशील (Steam Volatile) होते हैं।

(4) ये क्षार (alkali) से संयोग करके साबुन बनाते हैं। साबुन कई प्रकार के होते हैं, जो कि निम्न हैं—

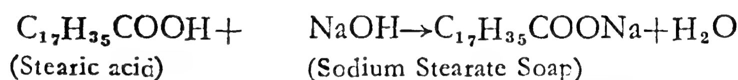
(a) घुलनशील साबुन (Soluble Soap)

(i) कठोर साबुन (Hard Soap)—इसमें सोडियम (Na) होता है, जैसे बट्टी साबुन (Bar Soap) ये पानी में घुलनशील होते हैं।



$$R\text{-}COOH + NaOH \rightarrow RCOONa + H_2O$$

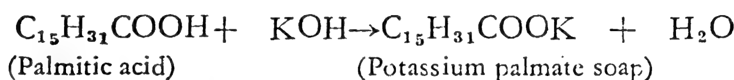
(Fatty acid) (Sodium Salt of fatty Acid.) (Soap)



$$C_{17}H_{35}COOH + NaOH \rightarrow C_{17}H_{35}COONa + H_2O$$

(Stearic acid) (Sodium Stearate Soap)

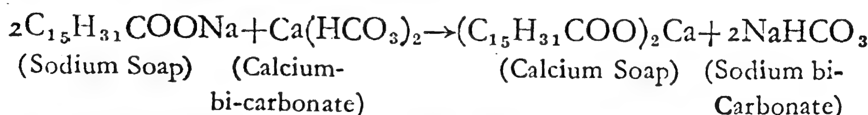
(ii) कोमल साबुन (Soft Soap)—ऐसे साबुन में पोटैशियम रहता है जो अर्धद्रव (Semi liquid) या लेई (Paste) की तरह होता है। ये भी पानी में घुलनशील होते हैं।



$$C_{15}H_{31}COOH + KOH \rightarrow C_{15}H_{31}COOK + H_2O$$

(Palmitic acid) (Potassium palmate soap)

(b) अघुलनशील साबुन (Insoluble soap)—ये कैल्शियम (Ca) मैगनीशियम (Mg) तथा भारी तत्वों (Heavy metals) से बनते हैं। जैसे—कैल्शियम साबुन (Ca-Soap); मैगनीशियम साबुन (Mg-soap), लेड साबुन (Pb-Soap), तथा जस्ता साबुन (Zn-Soap).



$$2C_{15}H_{31}COONa + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow (C_{15}H_{31}COO)_2Ca + 2NaHCO_3$$

(Sodium Soap) (Calcium-bi-carbonate) (Calcium Soap) (Sodium bi-Carbonate)

कैल्शियम साबुन (Ca-Soap) स्नेहक ग्रीज (lubricating greese) के रूप में, जस्ता साबुन (Zn-Soap) शृंगार पाउडर (Toilet powder) के रूप में तथा लेड (Pb), मैंगनीज (Mn) तथा कोबाल्ट (Co) साबुन रोगन paints) के सूखने के लिए प्रयोग किया जाता है।

वसा व तेलों में निम्न संतृप्त वसीय अम्ल (Saturated fatty acids) पाये जाते हैं—

संख्या	नाम (Name)	सूत्र (Formula)	साधारण तापक्रम पर अवस्था	भाप के साथ वाष्पीयन	पानी में घुलन-शील
1.	एसिटिक अम्ल (Acetic acid)	CH_3COOH	द्रव	वाष्पशील	घुलनशील
2.	ब्यूटाइरिक अम्ल (Butyric acid)	C_3H_7COOH	,,	,,	थोड़ा घुलनशील
3.	कैप्रोइक अम्ल (Caproic acid)	$C_5H_{11}COOH$	,,	,,	,, ,,
4.	कैप्रीलिक अम्ल (Caprylic acid)	$C_7H_{15}COOH$	,,	,,	बहुत ,,
5.	कैप्रिक अम्ल (Capric acid)	$C_9H_{19}COOH$	ठोस	,,	,, ,, ,,
6.	लारिक अम्ल (Lauric acid)	$C_{11}H_{23}COOH$	,,	थोड़ा ,,	करीब-करीब अघुलनशील
7.	माइरिस्टिक अम्ल (Myristica id)	$C_{13}H_{27}COOH$	,,	बहुत ,,	अघुलनशील
8.	पामिटिक अम्ल (Palmitic acid)	$C_{15}H_{31}COOH$	,,	अवाष्पशील	,,
9.	स्टियरिक अम्ल (Stearic acid)	$C_{17}H_{35}COOH$	,,	,,	करीब-करीब ,,
10.	अरेचिडिक अम्ल (Archidic acid)	$C_{19}H_{39}COOH$	,,	,,	,,
11.	बेहेमिक अम्ल (Behemic acid)	$C_{21}H_{43}COOH$	,,	,,	,,
12.	लिग्नो सेरिक अम्ल (Lignoceric (acid)	$C_{23}H_{47}COOH$	,,	,,	,,

असंतृप्त वसीय अम्लें (Unsaturated Fatty acids) —ये दो प्रकार के होते हैं, एक तो वे जिसमें युग्म बन्ध (double bond) होते हैं तथा दूसरे वे हैं जिसमें त्रिगुण बन्ध (Triple bond) होते हैं।

(a) एक युग्म बन्ध वाले असंतृप्त वसीय अम्लें—इनके मुख्य विवरण निम्न हैं :

(1) इनके साधारण सूत्र (General Formula) $C_nH_{2n-1}-COOH$ है।

(2) ये अधिक घुलनशील होते हैं।

(3) रूम तापक्रम (room temperature) पर ये द्रव की अवस्था में रहते हैं।

(4) इनमें युग्म बन्ध अधिकतर नवें (9th) तथा दसवें (10th) कार्बन परमाणुओं के बीच में रहता है।

(5) ये भी संतृप्त वसीय अम्लों के तरह साबुन बनाते हैं।

(6) युग्म बन्ध के कारण ये हाइड्रोजन (H_2) तथा आयोडीन (I_2) से संयोग करते हैं।

(7) ये जब हाइड्रोजन से संयोग करते हैं तो संतृप्त वसीय अम्ल बनता है।

(8) युग्म बन्ध के कारण तेल जल्द सूख जाते हैं, जैसे अलसी (Linseed) का तेल।

महत्वपूर्ण युग्म बन्धी वसीय अम्ल निम्न हैं :

(i) डेसीनोइक अम्ल (Decenoic acid) $C_9H_{17}COOH$

(ii) डोडेसीनोइक अम्ल (Dodecenoic acid) $C_{11}H_{21}COOH$

(iii) टेट्रा डेसीनोइक अम्ल(Tetra decenoic acid) $C_{13}H_{25}COOH$

(iv) ओलीक अम्ल (Oleic acid) $C_{17}H_{33}COOH$

(b) दो युग्म बन्धों वाले असंतृप्त वसीय अम्लें—

(1) इनके साधारण सूत्र (General formula) $C_nH_{2n-3}COOH$ है जैसे लिनओलीक अम्ल (Linoleic acid) जिसका सूत्र $C_{17}H_{31}COOH$ है।

(2) इनके गुण उपरोक्त असंतृप्त वसीय अम्लों के गुणों से मिलते-जुलते हैं।

एल्कोहल (Alcohol)—इसमें ग्लिसराल तथा स्टराल मुख्य हैं।

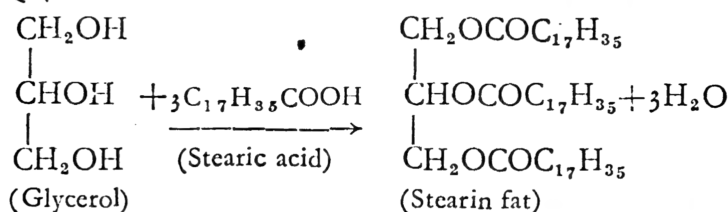
ग्लिसराल (Glycerol)—यह ट्राईहाइड्रिक (Trihydric) एल्कोहल

है जो कि वसा व तेल का एक अंग है। इसे ग्लिसरीन (Glycrine) भी कहते हैं। इनके मुख्य गुण निम्न हैं—

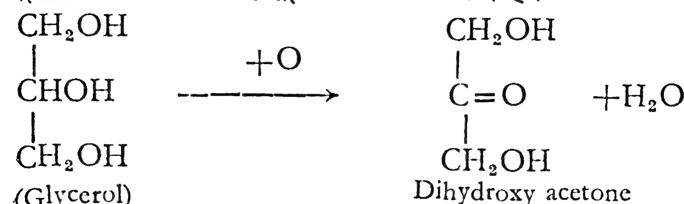
(1) सूत्र $C_3 H_8 O_3$

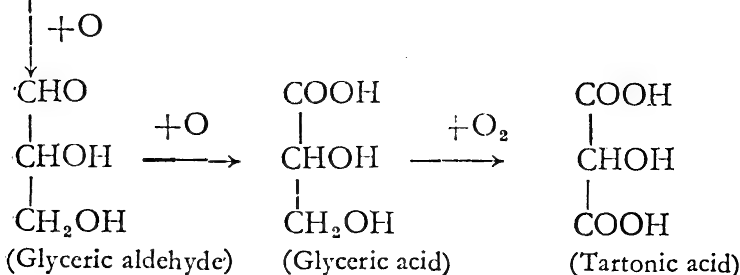
(2) यह पानी में घुलनशील, मीठा तथा श्यान (Viscous) द्रव पदार्थ है।

(3) ग्लिसराल वसीय अम्लों के तीन अणुओं से संयोग करके वसा या तेल बनाता है।

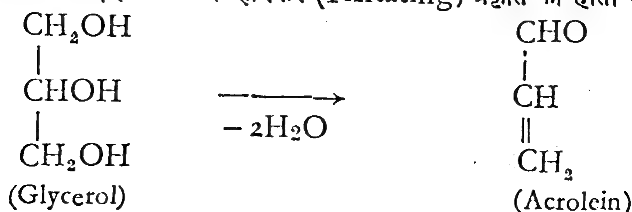


(4) आक्सीकरण (Oxidation)—जब ग्लिसराल का आक्सीकरण होता है तो टार्ट्रोनिक अम्ल तथा डाइहाइड्राक्सी एसीटोन बनता है।





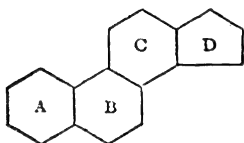
(5) ग्लिसराल को अधिक तापक्रम पर गर्म करने से एक्रोलीन (Acrolein) बनता है जो कि तीक्ष्ण गंध तथा क्षोभकर (Irritating) प्रकृति का होता है।



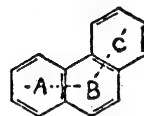
स्टेराल (Sterol)—स्टेराल का शाब्दिक अर्थ "ठोस एल्कोहल" से है परन्तु आधुनिक युग में स्टेराल अधिक अणु भार वाले चक्रीय एल्कोहल (cyclic alcohol) को ही कहते हैं। ये अत्यन्त जटिल होते हैं और दो भागों से बने होते हैं।

(i) न्यूक्लियस (Nucleus)—(Cyelopentano phenanthrene)

(ii) पार्श्व-शृंखला (Side chain)



Perhydro cyclo pentano phenanthrene



Phenanthrene

(A,B,C) = Phenan threne
D = Cyclopentano

स्टेराल में 8 से 10 कार्बन परमाणु सत्रहवें (17th) कार्बन परमाणु से जुड़े रहते हैं। इसमें तीसरे (3rd) कार्बन परमाणु पर आक्सीकृत हाइड्रोजन (Oxygenated Hydrogen) लगा रहता है तथा दशवें (10th) व तेरहवें (13th) पर एक मिथाइल (methyl) वर्ग भी लगा रहता है। इस मिथाइल वर्ग के कार्बन परमाणु की संख्या 18 व 19 दी गई है। सत्रहवें कार्बन से एक एलीफैटिक शृंखला (aliphatic chain) जुड़ा रहता है। स्टेराल प्रकृति में उपयुक्त मात्रा में पाया जाता है जो नीचे दिया गया है।

स्टेराल के सदस्य (Members of Sterol)—

(1) कोलेस्टराल (Cholestrol)
(2) अरगास्टराल (Ergosterol)
(3) फाइटो स्टराल (Phyto sterol)
(4) लैनोस्टराल (Lanosterol)
(5) कालिक अम्ल (Cholic acid)
(6) डी आक्सी कालिक अम्ल (Deoxy cholic acid)
(7) केनोडीआक्सी कालिक अम्ल (Chenodeoxy cholic acid)
(8) लिथोकालिक अम्ल (Litho cholic acid)
(9) प्रोजेस्टरान (Progesterone)

(10) कोर्टिको स्टेरान (Corticosterone)
(11) कोर्टिसोल (Cortisol)
(12) टेस्टोस्टेरोन (Testo sterone)
(13) एन्ड्रोस्टेरान (Androsteron)
(14) इस्ट्रोन (Estrone)
(15) बीटा इस्ट्राडिग्राल (β—Estradiol)
(16) डिजिट ग्राक्सीजेनिन (Digitoxigenin)
(17) मिथाइल एल्कोहल एन्थ्रीन (Methyl alcohol anthrene)

उपरोक्त सदस्यों में कोलेस्टराल तथा ग्ररगास्टराल सब से अधिक महत्वपूर्ण हैं। यहाँ पर केवल इन्हीं दो स्टेराल का विवरण दिया जायगा।

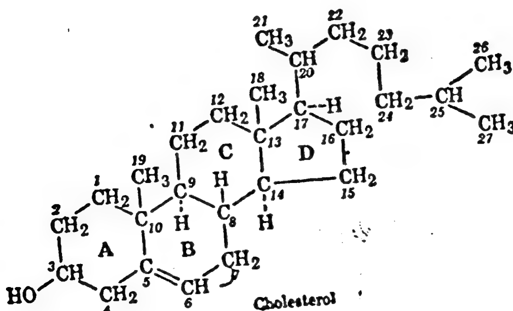
कोलेस्टराल (Cholesterol)—C_{27} H_{45} OH—यह एल्कोहल पशुग्रों तथा पौधों के कोशिकाग्रों में पर्याप्त मात्रा में पाया जाता है।

प्राप्ति (Occurrence)—यह पित्त (Bile), मस्तिष्क (Brain), तंत्रिका ऊति (Nerve tissue), रक्त (Blood) तथा ग्रण्डपीत (Egg yolk) में पाया जाता है।

निष्कर्षण (Extraction)—जब मनुष्यों के चूर्णित गालस्टोन (Pulvarized gallstone) को गर्म एल्कोहल (जिसमें कुछ पोटैशियम एल्कोहलेट रहता है) से निष्कर्ष (ex tract) करते हैं, तो कोलेस्ट्राल अधिक मात्रा में प्राप्त होता है।

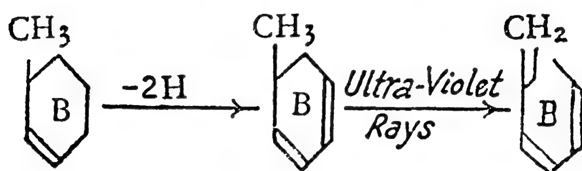
गुण (Properties)—यह सफेद ठोस तथा वसा व पित्त में ग्रत्यन्त घुलनशील है। इसका द्रवांक (melting point) 150°C है, तथा एल्कोहलिक घोल से इसका समचतुर्भुज मणि (rhombic crystal) प्राप्त किया जा सकता है।

संरचना (Structure)



Cholesterol ($C_{27}H_{45}OH$)

कोलेस्ट्राल के सातवें (7th) तथा आठवें (8th) कार्बन परमाणु के डिहाइड्रोजनीकरण (dehydrogenation) से उनके बीच एक युग्मबन्ध (double bond) बन जाता है : इस बने यौगिक को (7—dehydro cholesterol) कहते हैं। इस यौगिक के ऊपर जब पराबैगनी (ultraviolet) किरणें पड़ती हैं तो B—वलय (ring) के नववें तथा दसवें कार्बन परमाणु के मध्य का बन्ध (bond) टूट जाता है। इस बने यौगिक को विटामिन D_3 कहते हैं।



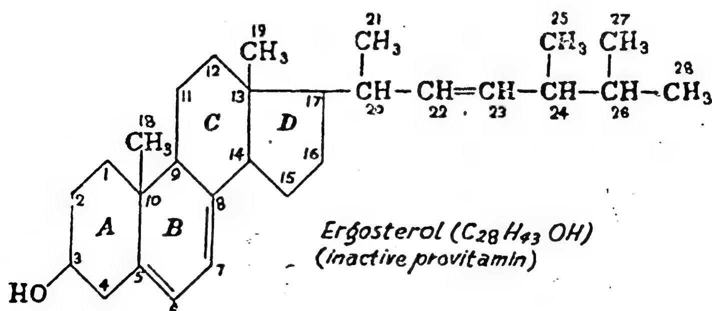
(Cholesterol) (7—dehydro cholesterol) (Vitamin D_3)
(Inactive provitamin) (inactive)

अरगोस्ट्राल (Ergosterol) $C_{28}H_{43}OH$—यह विटामिन D_2 का मूल पदार्थ है, इसे अरगाट फंगस (ergot fungus) से सर्वप्रथम प्राप्त किया गया था। यह पौधों के ऊतियों में फाइटास्ट्राल (Phytosterol) के साथ पाया जाता है।

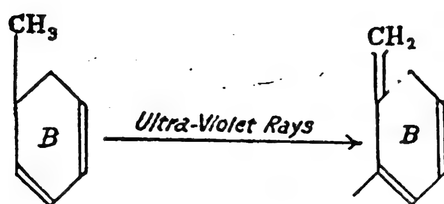
प्राप्ति (Occurrence)—वनस्पति, यीस्ट, फंगस

गुण (Properties)—ये वसा में घुलनशील होते हैं तथा जब इन्हें पराबैगनी (ultra violet) या एलेक्ट्रोन के धीमे वेग के सक्रिय कराते हैं तो B—वलय (ring) खुल जाता है जिसके कारण इसमें विटामिन D_2 का गुण आ जाता है।

संरचना (Structure)



Ergosterol ($C_{28}H_{43}OH$)
(inactive provitamin)



(Ergosterol

(Vitamin D_2)
(Calciferol $C_{28}H_{43}OH$)
(Active Vitamin)

फाइटोस्टराल (Phytosterol)—यह भी एक प्रकार का स्टराल है जो कि पौधों में मोम (Wax) बनाने में भाग लेता है। जैसे—

(१) साइटोस्टराल (Sitosterol)—यह गेहूँ के भ्रूण, जौ, मक्का तथा बिनौले में पाया जाता है।

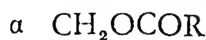
(२) स्टिगमास्टराल (Stigmasterol)—कोकोनट तथा कालाबार बीन (Calabar beans) में पाया जाता है।

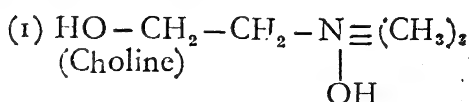
II. यौगिक लाइपिड (Compound Lipid)

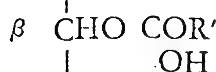
ये एलीफैटिक एल्कोहल तथा एलीफैटिक कार्बाक्जिलिक अम्लों के ईस्टर होते हैं, जिसके साथ अन्य यौगिक भी जुड़े रहते हैं।

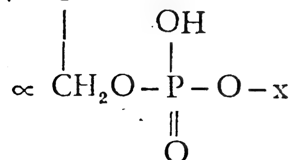
(a) फास्फोलाइपिड (Phospholipid)—इसमें वसीय अम्ल, एल्कोहल, फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) तथा एमीन पाया जाता है। यह पौधों तथा पशुओं के मस्तिष्क व ऊतियों (Brain Liver) में पाया जाता है। ये तीन प्रकार का होता है जो क्रमशः लोसिथिन, सेफलिन तथा स्फिंगो मायलिन हैं!

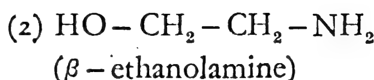
साधारण सूत्र :









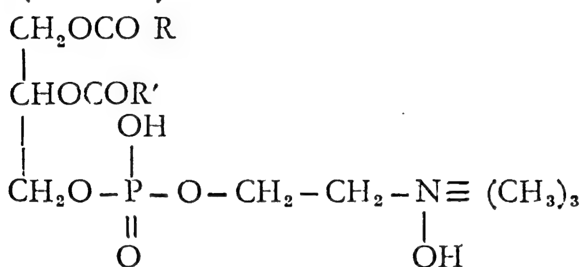


R = for Fatty acid. (3) $HO-CH_2-CH(COOH)-NH_2$

x = for nitrogenous base (1,2 or 3,) (L – Serine)

(1) लेसिथिन (Lecithin)—जब इसका जल-विश्लेषण (hydrolysis) किया जाता है तो ग्लिसराल, वसीय अम्ल, फास्फोरिक अम्ल तथा कोलीन (Choline) प्राप्त होता है। यह जल-विश्लेषण एन्जाइम द्वारा होता है जो कि साँपो के वेनम (Venom) सूक्ष्म कीटाणुओं तथा पेड़ व पौधों की ऊतियों में पाया जाता है।

संरचना (Structure)



$\propto$ –(Lecithin)

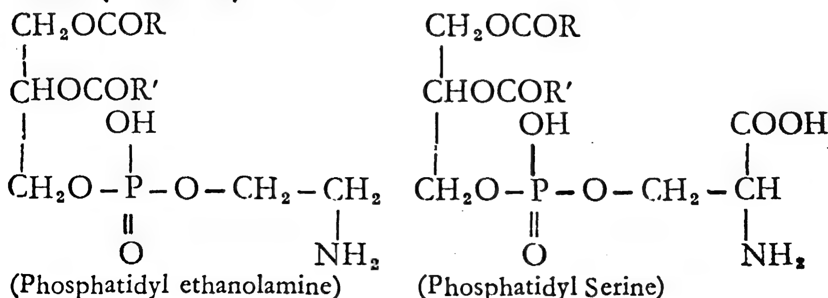
लेसिथिन में जो नाइट्रोजनमय वेस (Nitrogenous base) पाया जाता है। वह वसा उपपचय (Fat metabolism) को नियन्त्रित (regulate) करता है।

(2) सेफलिन (Cephalin)—इस स्टराल में बीटा इथैनाल एमीन (β—ethanolamine) या सिरीन (L-Serine) नाइट्रोजनमय वेस (Nitrogenous base) पाया जाता है।

(i) फास्फैटाइडिल इथैनाल एमीन (Phosphatidyl ethanol amine)

(ii) फास्फैटाइडिल सिरीन (Phosphatidyl serine)

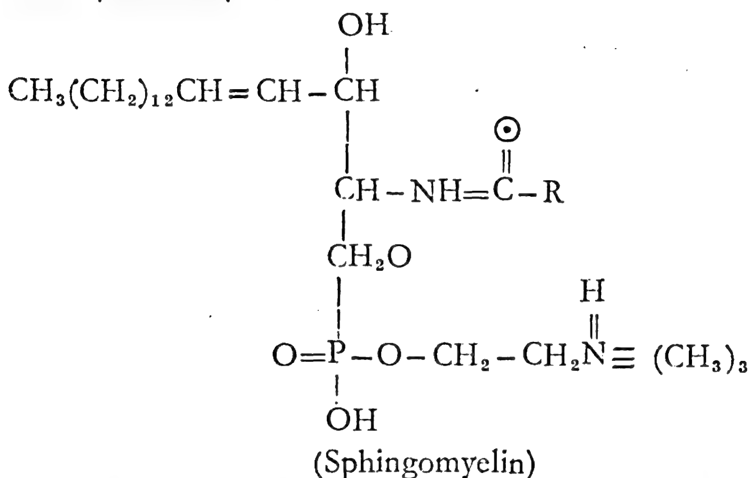
संरचना (Structure)—



(Phosphatidyl ethanolamine) (Phosphatidyl Serine)

(3) स्फिंगो मायलिन (Sphingo myelin)—जब इसका जल-विश्लेषण होता है तो वसीय अम्ल, कोलीन, फास्फोरिक अम्ल तथा स्फिंगोसीन (Sphingo Sine) या डाईहाइड्रो स्फिंगोसीन प्राप्त होता है।

संरचना (Structure)—



(Sphingomyelin)

(b) ग्लाइकोलाइपिड (Glycolypid)—इसके जल-विश्लेषण पर गैलेक्टोज, वसीय अम्ल तथा नाइट्रोनस वेस प्राप्त होता है जैसे केरासिन (Kerasin) यह मस्तिष्क तथा तंत्रिका (nerve) ऊतियों में पाया जाता।

केरासिन (Kerasin)—इसके जल-विश्लेषण से निम्न यौगिक प्राप्त होता है :

(1) स्फिंगोसीन (Sphengosine) $C_{18}H_{33}(OH)_2NH_2$
(2) लिगनोसेरिक अम्ल (Lignoceric acid) $C_{23}H_{47}COOH$
(3) गैलेक्टोज (Galactose) $C_6H_{12}O_6$
(4) नाइट्रोवेनस वेस (Nitrogenous base)



४ | प्रोटीन (Protein)

परिचय (Introduction)—प्रोटीन एक बहुत ही जटिल नाइट्रोजनी (nitrogenous) कार्बनिक पदार्थ है जिनके अणु भार बहुत ही अधिक होते हैं। यह सभी जीवों का एक बहुत अनिवार्य अंश है जो कि सभी भागों में पाया जाता है। जीवों के सूखे पदार्थ का लगभग ३ भाग प्रोटीन होता है। कुछ प्रोटीन तो शरीर के मुख्य अंगों के बनने में बहुत ही आवश्यक हैं, जैसे :

(1) केश, ऊन, सिल्क तथा कोलेजन (Collagen)
(2) एन्जाइम (Enzymes)
(3) हार्मोन्स (Harmones)
(4) जीन्स (Genes)
(5) प्रति जैविकी (Antibiotics)
(6) जीव-विष (Toxins)
(7) मायोसिन (Myosin)
(8) रुधिर वर्णिका (Haemoglobin)

सङ्गठन (Composition)—सभी प्रोटीन में कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सीजन तथा नाइट्रोजन पाया जाता है परन्तु कुछ प्रोटीन में फास्फोरस तथा गंधक भी पाया जाता है। प्रोटीन में इन तत्वों का प्रतिशत निम्न होता है :

कार्बन	(C)	=	45 से 55%
हाइड्रोजन	(H)	=	6 से 8%
आक्सीजन	(O)	=	19 से 25%
नाइट्रोजन	(N)	=	14 से 20%
गंधक	(S)	=	0 से 4%
फास्फोरस	(P)	=	0 से 1%

इसके अतिरिक्त कुछ प्रोटीन में लोहा (Fe), ताँबा (Cu) तथा मैंगनीज (Mn) भी पाया जाता है। प्रोटीन के मुख्य तत्व दो यौगिकों के रूप में उपस्थित रहते हैं :

(1) एमिनों अम्ल (Amino acid) =98%
(2) कार्बोहाइड्रेट (Carbohydrate) = 2%

साधारण गुण (General Properties)—भौतिक गुण (Physical Properties)—

लगभग सभी प्रोटीन पानी के साथ चिपचिपा पदार्थ तथा कलिल (Colloidal) घोल बनाते हैं जिसके कारण इनके मिश्रण का पृथक्करण एवं शुद्धीकरण सरलता से नहीं कर सकते ।

(2) इनके अणुभार बहुत ही अधिक होते हैं। अधिकांश प्रोटीनों का अणुभार 15000 से 10,00,000 तक होता है ।

(3) प्रोटीन उभयधर्मी (Amphoteric) प्रकृति के होते हैं ।
(4) ये कोशिका के झिल्ली से प्रवेश नहीं कर पाते ।
(5) इन्हें मणिभि (Crystalline) किया जा सकता है ।
(6) अधिकांश प्रोटीन वामावर्ती (Laevorotatory) होतें हैं ।
(7) प्रोटीन रंगहीन, स्वादहीन तथा गंधहीन होते हैं ।

रासायनिक गुण (Chemical properties)—प्रोटीन के सभी रासायनिक गुणों को तीन वर्गों में विभक्त किया जा सकता है :

(a) रंग प्रतिक्रिया (Colour reaction)
(b) जमने की प्रतिक्रिया (Coagulation reaction)
(c) अवक्षेपण प्रतिक्रिया (Precipitation reaction)

रंग प्रतिक्रिया (Colour Reaction) :

(1) बाइयूरेट प्रतिक्रिया (Biuret Reaction)—प्रोटीन जब सोडियम हाइड्राक्साइड तथा तनु कापर सल्फेट के सम्पर्क में आता है तो यह बैंगनी रंग देता है ।

$$\text{Protein} + \text{NaOH} + \text{dil. } CuSO_4 \rightarrow \text{Violet colour}$$

(2) जैन्थोप्रोटिक प्रतिक्रिया (Xanthoprotic Reaction)—प्रोटीन सांद्र नाइट्रिक अम्ल तथा अमोनियम हाइड्राक्साइड के साथ क्रमशः पीला तथा नारंगी रंग देता है ।

$$\text{Protein} + \text{Conc. } HNO_3 \xrightarrow{\text{Heat}} \text{Yellow Colour.}$$

$$\text{Protein} + NH_4OH \longrightarrow \text{Orange Colour.}$$

(3) मिलन की प्रतिक्रिया (Millon's Reaction)—प्रोटीन मिलन के अभिकर्मक (Reagent) के साथ गर्म करने पर सफेद अवक्षेप देता है, जिसे गर्म करने पर लाल रंग प्राप्त होता है।

Protein + Millons Reagent → White ppt. → Red Colour.
(Millons Reagent = 5 c.c Hg + 100. c.c Conc. HNO_3 + 210 c.c dist. water)

(4) मालिश प्रतिक्रिया (Molish Reaction)—प्रोटीन में एल्कोहलिक अल्फा नैफथाल घोल मिला कर जब किनारे से सांद्र गंधक के अम्ल को धीरे-धीरे डालते हैं तो दो द्रवों के बीच में बैगनी लाल चक्र बनता है।

Protein + alcoholic α-naphthol soln. + Conc. H_2SO_4 → Purple-red ring.

(5) लेड सल्फाइड प्रतिक्रिया (Lead Sulphide Reaction)—प्रोटीन लेड सल्फाइड तथा सोडियम हाइड्राक्साइड के साथ उबालने पर भूरा से काला रंग देता है।

$$\text{Protein} + \text{PbS} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{boil}} \text{Brown to black colour}$$

B—जमने की प्रतिक्रिया (Coagulation Reaction) :

(6) ताप का प्रभाव (action of heat)—प्रोटीन के घोल को जब गर्म किया जाता है तो यह सफेद रंग में जम जाता है।

$$\text{Protein} \xrightarrow{\text{Heat}} \text{Coagulates (white)}$$

(7) एल्कोहल का प्रभाव (Action of alcohol)—जब प्रोटीन को अधिक एल्कोहल से उपचार करते हैं तो भी जम जाता है।

Protein + excess alcohol → Coagulates.

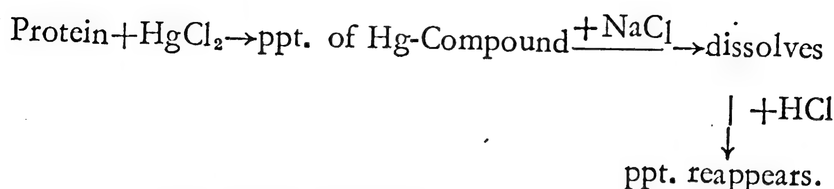
(8) एसीटोन का प्रभाव (Action of Acetone)—एसीटोन के सम्पर्क में भी आने से प्रोटीन जम जाता है।

Protein + Acetone → Coagulates.

C. अवक्षेपण प्रतिक्रिया (Precipitation Reaction) :

(9) मर्क्यूरिक क्लोराइड के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with Mercuric Chloride)—प्रोटीन मर्क्यूरिक क्लोराइड ($HgCl_2$) से संयोग करके

मर्करी का अवक्षेप बनाती है जो सोडियम क्लोराइड में घुल जाता है परन्तु नमक के अम्ल मिलाने पर दुबारा अवक्षेप बना लेता है।

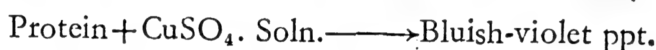


Protein+$HgCl_2$→ppt. of Hg-Compound $\xrightarrow{+NaCl}$ dissolves

↓ +HCl

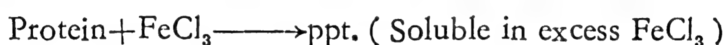
ppt. reappears.

(10) तूतिया के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with Copper Sulphate)—कापर सल्फेट घोल के साथ प्रोटीन नीले-बैंगनी रंग का अवक्षेप देता है।



Protein+$CuSO_4$. Soln.——→Bluish-violet ppt.

(11) फेरिक क्लोराइड के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with Ferric Chloride)—प्रोटीन के घोल में फेरिक क्लोराइड मिलाने से अवक्षेप प्राप्त होता है, परन्तु अधिक फेरिक क्लोराइड मिलाने पर अवक्षेप घुलनशील हो जाता है।



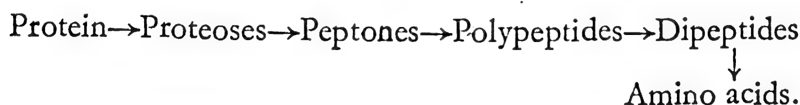
Protein+$FeCl_3$——→ppt. (Soluble in excess $FeCl_3$)

(12) लेड एसीटेट के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with Lead acetate)—लेड एसीटेट प्रोटीन के साथ सफेद अवक्षेप देता है।



Protein+Pb–acetate——→white ppt.

(13) जल विश्लेषण (Hydrolysis)—प्रोटीन को जब 20·5% HCl व 8N. H_2SO_4 के साथ उबालते हैं या एन्जाइम के सम्पर्क में लाते हैं तो यह जल-विश्लेषण के पश्चात् एमिनो अम्ल (Amino acid) के मिश्रण में बदल जाता है। यह जल-विश्लेषण निम्न रूप से होता है।

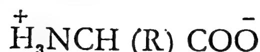


Protein→Proteoses→Peptones→Polypeptides→Dipeptides

↓

Amino acids.

(14) उभयधर्मी गुण (Amphoteric Properties)—प्रोटीन उदासीन घोल में द्विध्रुवी आयन (Dipolar ion=Zwitterions) के रूप में रहते हैं,



$\overset{+}{H_3}NCH\ (R)\ CO\bar{O}$

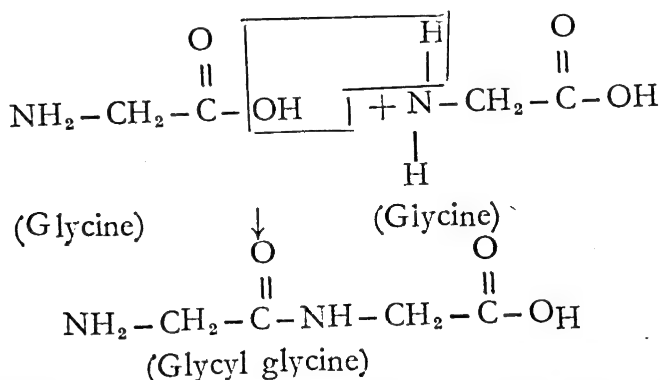
परन्तु अम्लीय तथा क्षारीय घोल क्रमशः (1) $\overset{+}{H_3}NCH\ (R)\ COO\bar{H}$ तथा (2) $H_2NCH\ (R)\ CO\bar{O}$ के रूप में रहते हैं।

प्रोटीन का संगठन (Constitution of Protein)

(1) प्रोटीन का जब जल विश्लेषण किया जाता है तो अंत में एमिनो अम्ल का मिश्रण प्राप्त होता है। इससे यह मालूम होता है कि प्रोटीन एमिनो अम्लों के रासायनिक संयोग से बना है।

(2) जब एमिनो अम्ल के दो अणु आपस में संयोग करते हैं तो डाइपेप्टाइड (Dipeptide) बनता है। ये अन्य एमिनो अम्ल से संयोग कर पोली पेप्टाइड (Poly Peptide) बनाते हैं। पोली पेप्टाइड (Poly peptide) प्रोटीन के गुणों से अधिक निकटतम सम्बन्ध रखता है।

पेप्टाइड बन्ध की रचना (Formation of Peptide Linkage)—प्रत्येक एमिनो अम्ल में कम-से-कम एक एमिनो ($-NH_2$) तथा एक कार्बाक्जलिक ($-COOH$) वर्ग अवश्य रहता है, जिसके कारण ये एक दूसरे से संयोग करते हैं।



$$NH_2-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + \underset{H}{\underset{|}{\overset{H}{\overset{|}{N}}}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

(Glycine) (Glycine)

$$\downarrow$$

$$NH_2-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

(Glycyl glycine)

एमिनो ($-NH_2$) तथा कार्बाक्जेलिक ($-COOH$) के मध्य जो बंध (Linkage) रहता है उसे पेप्टाइड बन्ध (Peptide linkage) कहते हैं। इसी प्रकार जब बहुत से पेप्टाइड बन्ध बन जाता है तो प्रोटीन अणु का निर्माण हो जाता है।

वर्गीकरण (Classification)—प्रोटीन को दो भागों में वर्गीकृत किया जाता है।

I. यथार्थ प्रोटीन (True Protein)—इसमें कोई न कोई एमिनो अम्ल अवश्य ही पाया जाता है।

II. अपरिमार्जित प्रोटीन (Crude Protein)—इसमें एमिनो अम्ल के स्थान पर अमोनियम (NH_4) पाया जाता है।

यथार्थ प्रोटीन (True Protein)—यह प्रोटीन तीन प्रकार का होता है :

A. सरल प्रोटीन (Simple protein).
B. संयुग्मी प्रोटीन (Conjugated Protein).
C. व्युत्पन्न प्रोटीन (Derived Protein)

A. सरल प्रोटीन (Simple protein)—जब इनका जल-विश्लेषण होता है तो केवल अल्फा एमिनो अम्लों का मिश्रण प्राप्त होता है। मुख्य सरल प्रोटीनों का विवरण निम्न है :

(1) अल्ब्यूमिन (Albumin)—यह पानी तथा उदासीन लवण के घोल में घुलनशील तथा गर्मी पाकर जम जाता है। यह रंग तथा अवक्षेपण के सभी परीक्षण देता है। इसमें सभी आवश्यक ऐमिनो अम्ल पाया जाता है। जैसे—अण्डे का ओवल्बुमिन (Ovalbumin) तथा रक्त के प्लाज्मा (Plasma) का सीरम अल्बुमिन (Serum albumin).

(2) ग्लोब्यूलिन (Globulin)—यह शुद्ध पानी तथा अधिक तनु नमक के घोल में अघुलनशील, परन्तु एक प्रतिशत (1%) नमक के घोल में घुलनशील है। गर्म करने पर जम जाता है। ग्लोब्यूलिन प्रोटीन के सभी रंग तथा अवक्षेपण परीक्षण देता है। इसमें करीब-करीब सभी आवश्यक ऐमिनो अम्ल पाये जाते हैं। ग्लोब्यूलिन के उदाहरण—

(i) ओवोग्लोब्यूलिन (Ovoglobulin)—अण्ड श्वेत में पाया जाता है।
(ii) सीरम ग्लोब्यूलिन (Serum globulin)—रक्त प्लाज्मा में पाया जाता है।
(iii) ग्लोब्यूलिन (Globulin)—यह पेशियों में पाया जाता है।
(iv) मायोसीन (Myosin)—यह मांस में पाया जाता है।

(3) ग्लूटेलिन (Glutelin)—यह पानी या उदासीन नमक के घोल में अघुलनशील तथा अम्लों तथा क्षारों के अत्यन्त तनु घोल में घुलनशील है। गर्म करने पर जम जाता है। इसमें करीब-करीब सभी आवश्यक ऐमिनो अम्ल पाये जाते हैं : ग्लूटेनिन के उदाहरण—

(i) ग्लूटेनिन (Glutenin)—गेहूँ में पाया जाता है।
(ii) हौर्डीन (Hordein)—जौ में पाया जाना है।
(iii) ओराइजेनिन (Orygenin)—चावल में पाया जाता है।

(4) प्रोलामीन्स (Prolamines)—यह पानी के सभी प्रकार के घोलों में अघुलनशील तथा 60 से 70 प्रतिशत एल्कोहल में घुलनशील है। यह गर्मी से नहीं जमता; इसमें प्रोलीन (Proline) तथा ग्लूटैमिक अम्ल (Glutamic acid) ऐमिनो अम्ल के रूप में सबसे अधिक पाया जाता है जो कि क्रमशः 10% तथ 43% तक होता है। जैसे—

(i) ग्लायाडिन Gliadin)—यह गेहूँ में पाया जाता है।

(ii) हौर्डीन (Hordein)—यह जौ में पाया जाता है।

(iii) सकैलिन (Secalin)—यह राई में पाया जाता है।

(iv) जीन (Zein)—यह मक्का में पाया जाता है।

(5) अल्ब्यूमिनीय (Albuminoid) या स्क्लेरोप्रोटीन (Sclero-protein)—ये रेशेदार होते हैं तथा सभी अभिकर्मकों (reagents) में अघुलनशील व प्रोटिओलिटिक एन्जाइम (Proteolytic enzyme) के क्रिया से अपरिवर्तित रहते हैं। इसमें सिल्क, ऊन, चर्म, केश, सींग, खुर, नख, पिच्छाक्ष (quill) संयोजी ऊतक (Connective tissue) तथा हड्डियों के प्रोटीन आते हैं। इस तरह के प्रोटीन को कई वर्गों में विभक्त किया गया है।

(a) कोलेजन (Collagen)—यह संयोजी ऊतकों (Connective Tissue) का प्रोटीन है। स्तनधारी पशुओं के शरीर का करीब आधा प्रोटीन कोलेजन होता है। इसमें हाइड्राक्सी प्रोलीन (hydroxy Proline) तथा हाइड्राक्सी लाइसीन (hydroxy lysine) ऐमिनो अम्ल अधिक पाया जाता है परन्तु गंधक रखने वाले ऐमिनो अम्ल जैसे—सिस्टीन (Cystein), सिस्टाइन (Cystine) तथा ट्रिप्टोफेन (Tryptophane) कम पाये जाते हैं।

(b) इलैस्टिन (Elastin)—यह कण्डरा (tendon), धमिनियों तथा अन्य लचीली ऊतियों में पाया जाता है। इसे जिलैटिन में बदला नहीं जा सकता।

(c) केराटिन (Keratin)—यह केश, ऊन, पिच्छाक्ष (quill) खुर, तथा नख में पाया जाता है। इसमें गंधक रखने वाले ऐमिनो अम्ल जैसे सिस्टीन (14%) काफी पाया जाता है।

(d) फाइब्रोइन (Fibroin)—यह सिल्क का मुख्य प्रोटीन है।

(6) हिस्टोन (Histone)—यह प्रोटीन सोडियम हाइड्रोक्साइड (NaOH), पोटैशियम हाइड्रोक्साइड (KOH) तथा तनु अम्लों के घोलों में घुलनशील परन्तु अमोनिया के घोल में अघुलनशील है। इसे गर्मी के द्वारा जमाया नहीं जा सकता। इसमें डाई ऐमिनो अम्ल (diamino acid) पाया जाता है।

(i) ग्लोबिन (Globin)—यह रक्त के हीमोग्लोबिन में पाया जाता है।

(ii) न्यूक्लियो प्रोटीन का हिस्टोन।

(7) प्रोटामीन (Protamine)—यह पानी, तनु अम्लों तथा क्षारों में घुलनशील है। गर्मी के द्वारा जमता नहीं। ये अधिकतर डाई एमिनो अम्लों (arginine) से बने हैं। यह प्रोटीन शुक्राणु (Spermatozoa) के शीर्ष (head) में न्यूक्लिइक अम्ल (Nucleic acid) के संयोग में पाया जाता है। जैसे—

(i) साल्मिन (Salmin)—यह सेल्मन के शुक्राणु में पाया जाता है।

(ii) स्टयूरिन (Sturin)—यह स्टरजिअन के शुक्राणु में पाया जाता है।

(iii) क्लूपीन (Clupein)—यह हेरिंग के शुक्राणु में पाया जाता है।

इन प्रोटीन में गन्धक नहीं पाया जाता, परन्तु नाइट्रोजन की मात्रा 25 से 30 प्रतिशत तक पाई जाती है। इसमें टाइरोसीन (Tyrosine) तथा ट्रिप्टोफेन (Tryptophane) ऐमिनो अम्ल नहीं पाया जाता है।

B. संयुग्मी प्रोटीन (Conjugated Protein)—इस प्रोटीन को यौगिक प्रोटीन (Compound Protein) भी कहते हैं। इन्हें जब जल-विश्लेषित किया जाता है तो अल्फा ऐमिनो अम्ल (α—amino acid) के अतिरिक्त कुछ नाइट्रोजनहीन (Non-nitrogenous) पदार्थ भी प्राप्त होता है जिसे व्यतिरिक्त वर्ग (Prosthetic group) कहते हैं। कुछ व्यतिरिक्त वर्ग निम्न हैं—

(i) न्यूक्लिइक अम्ल (Nucleic acid)

(ii) रंजक (Pigment)

(iii) कार्बोहाइड्रेट्स (Carbohydrates)

(iv) लेसिथिन (Lecithin)

(v) लाइपिड (Lipid)

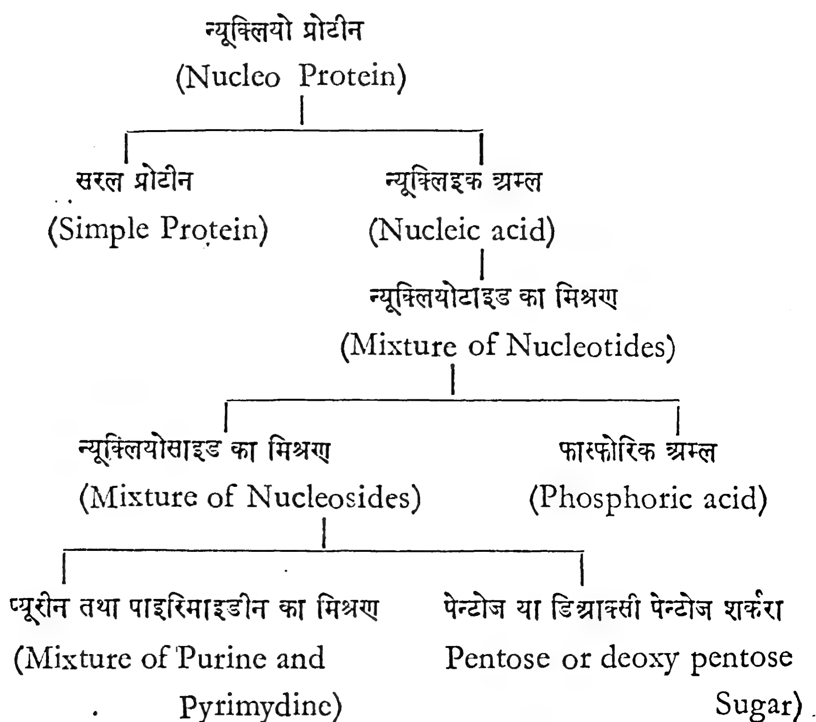
(vi) फास्फोरिक अम्ल (Phosphoric acid)

(1) न्यूक्लियो प्रोटीन (Nucleo Protein)—इस प्रोटीन में न्यूक्लिइक अम्ल व्यतिरिक्त वर्ग के रूप में पाया जाता है, जो कि अधिकतर हिस्टोन (Histone) के संयोग में रहता है। यह न्यूक्लियस (Nucleus) तथा साइटोप्लाज्म (Cyto plasm) में पाया जाता है। तनु क्षार के घोल में ये घुलनशील तथा क्रिया में

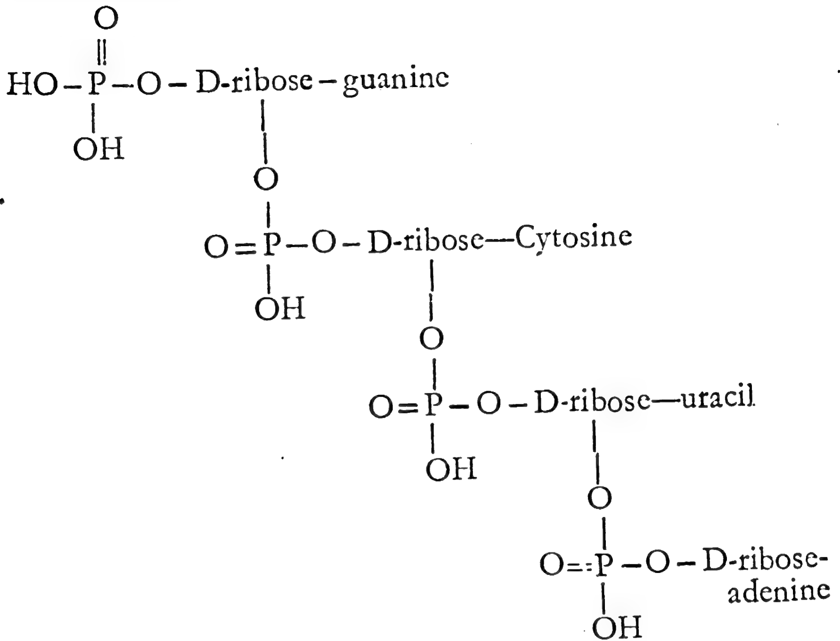
अम्लीय होते हैं। न्यूक्लियो प्रोटीन का जब जल-विश्लेषण होता है तो सरल प्रोटीन जैसे अल्ब्यूमिन (albumin), हिस्टोन (Histone) तथा प्रोटामीन (Protamine) व न्यूक्लिइक अम्ल का एक अणु प्राप्त होता है। न्यूक्लिइक अम्ल में निम्न पदार्थ पाये जाते हैं :

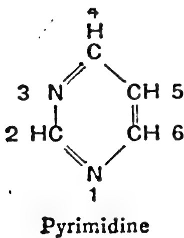
(1) फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4)
(2) डी० राइबोज़ (D-ribose)
(3) पाइरिमाइडीन (Pyrimydine)
(4) प्यूरीन (Purine)—(i) एडिनिन (Adenine)
(ii) ग्वाइनिन (Guanine)

न्यूक्लियो प्रोटीन के जल विश्लेषण को निम्न रूप से प्रदर्शित किया जा सकता है :

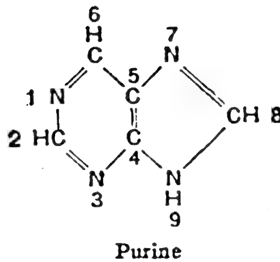


न्यूक्लिइक अम्ल (Nucleic acid)—

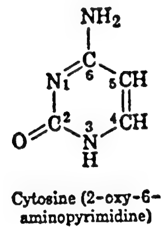




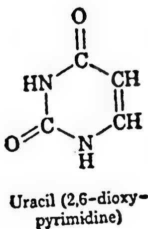
Pyrimidine



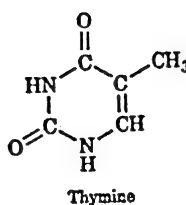
Purine



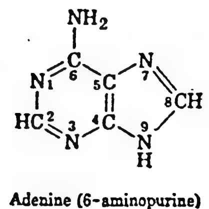
Cytosine (2-oxy-6-aminopyrimidine)



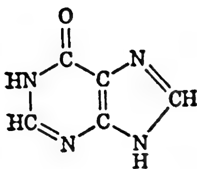
Uracil (2,6-dioxy-pyrimidine)



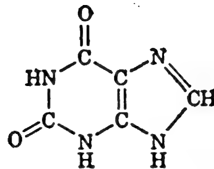
Thymine



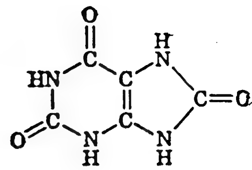
Adenine (6-aminopurine)



Hypoxanthine
(6-oxypurine)



Xanthine
(2,6-dioxypurine)



Uric acid
(2,6,8-trioxypurine)

(२) क्रोमो प्रोटीन (Chromo Protein)—ये रंगीन प्रोटीन होते हैं जो हिस्टोन (Histone) तथा रंग वर्ग (Colour Group) जिसमें एक धातु रहता है, से मिल कर बनता है, जैसे—

(i) हीमोग्लोबिन (Haemoglobin)
(ii) हीमोसायनिन (Haemocyanin)
(iii) क्लोरोफिल प्रोटीन (Chlorophyll Protein)
(iv) कैरोटिन्वाइड प्रोटीन (Carotenoid Protein)
(vi) फ्लेवो प्रोटीन (Flavo Protein)

(3) ग्लाइको प्रोटीन (Glyco Protein)—उस प्रोटीन को कहते हैं जिसमें कार्बोहाइड्रेट का कुछ अंश पाया जाता है जैसे म्यूसिन (Mucin) तथा म्यूक्वायड (Mucoid) जो कि क्रमशः लार तथा संयोजी ऊतकों (Connective Tissue) में पाया जाता है ।

(4) लेसिथो प्रोटीन (Lecitho Protein)—इसमें व्यतिरिक्त वर्ग (Prosthetic Group) के रूप में लेसिथिन (lecithin) पाया जाता है । लेसिथिन एक फास्फोरसीय वसा पदार्थ है ।

(5) लाइपो प्रोटीन (Lipo Protein)—यह प्रोटीन लेसिथिन (Lecithin) कोलेस्ट्राल (Cholesterol), सेफैलिन (Cphalin) इत्यादि के साथ जुड़ा रहता है तथा मस्तिष्क (brain) में पाया जाता है ।

(6) फास्फो प्रोटीन (Phospho Protein)—इसमें कार्बनिक व्यतिरिक्त वर्ग के स्थान पर फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) पाया जाता है। यह प्रोटीन पशुओं की वृद्धि के लिए बहुत ही अनिवार्य है, जैसे—केसीन (Casein) तथा ओवो विटेल्लिन जो कि क्रमशः दूध व अण्डपीत में पाया जाता है ।

C. व्युत्पन्न प्रोटीन (Derived Protein)—ये वे प्रोटीन हैं जो प्रोटीन के आंशिक जल विश्लेषण (Partial hydrolysis) से प्राप्त होता है ।

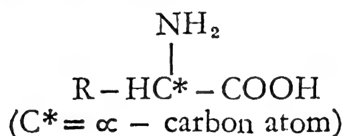
(१) कोग्रागुलेटेड प्रोटीन (Coogulated Protein)—यह प्रोटीन गर्मी या एलकोहल के द्वारा जमा कर प्राप्त किया जाता है। इस प्रक्रम में प्रोटीन का निर्जलीकारण (Dehydrogenation) होता है । ये सभी अभिकर्मकों (Reagents) में अघुलनशील हैं।

(2) मेटा प्रोटीन (Meta Protein) या इन्फ्रा प्रोटीन (Infra Protein)—जब उदासीन प्रोटीन को तनु अम्ल या क्षार के साथ क्वथनांक से कम तापक्रम पर गर्म करते हैं तो मेटा प्रोटीन प्राप्त होता है।

(3) प्रोटिग्रोजेज (Proteoses)—जब प्रोटीन का मेटा प्रोटीन के पश्चात् भी जल-विश्लेषण किया जाता है तो प्रोटिग्रोजेज प्राप्त होता है। ये गर्मी के कारण जमते नहीं। इसमें कुछ प्रोटिग्रोजेज विषाक्त (Toxic) होते हैं, जैसे—एल्व्यूमोज Albumose (albumin)

(4) पेप्टोन्स (Peptones)—यह प्रोटिग्रोजेज के जल-विश्लेषण द्वारा प्राप्त होता है। इसकी रासायनिक प्रतिक्रिया पोलीपेप्टाइड्स (Polypeptides) से बहुत कुछ मिलती-जुलती है।

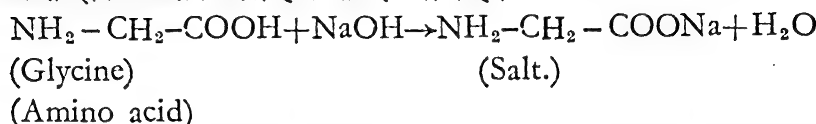
ऐमिनो अम्लें (Amino acids)—जब प्रोटीन का पूर्ण जल-विश्लेषण होता है तो एक अंतिम नाइट्रोजनी यौगिक पाया जाता है। इन यौगिक के प्रत्येक अणु में एमिनो ($-NH_2$) तथा अम्ल ($-COOH$) वर्ग पाया जाता है। जिसके कारण इन्हें एमिनो अम्ल (amino acid) कहते हैं। दो एमिनो अम्लों को छोड़कर सभी में ऐमिनो वर्ग अम्लीय वर्ग के बाद के पहले कार्बन परमाणु जिन्हें अल्फा (α) कहते हैं, से जुड़े रहते हैं जिसके कारण इन्हें अल्फा ऐमिनो अम्ल (α – amino acid) कहते हैं। एक ऐमिनो अम्ल दूसरे ऐमिनो अम्ल से R के मूल्यांकन में भिन्न होता है।



साधारण गुण (General Properties)—भौतिक गुण (Physical Properties)—ऐमिनो अम्ल रंगहीन, रवेदार, पानी में घुलनशील, उभयधर्मी (amphoteric) तथा कलिल (Colloid) प्रकृति के होते हैं। ये सामान्य वसा विलायक (Common Fat Solvent) में अघुलनशील होते हैं। ग्लाइसीन (Glycine) को छोड़ कर सभी ऐमिनो अम्ल वामा-वर्ती (laevorotatory) होते हैं।

रासायनिक गुण (Chemical Properties)—ऐमिनो अम्ल में $-NH_2$ तथा $-COOH$ वर्ग दोनों होने के कारण यह अम्ल तथा क्षार दोनों से संयोग करता है।

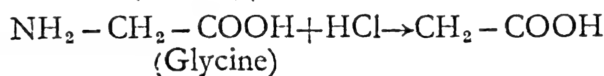
(1) क्षार के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with alkali)—जब ऐमिनो अम्ल क्षार से संयोग करता है तो लवण बनाता है।



$$NH_2-CH_2-COOH+NaOH \rightarrow NH_2-CH_2-COONa+H_2O$$

(Glycine) (Amino acid) (Salt.)

(2) अम्ल के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with acid)—यह अम्लों के साथ संयोग करके लवण बनाता है।



$$NH_2-CH_2-COOH+HCl \rightarrow CH_2-COOH$$

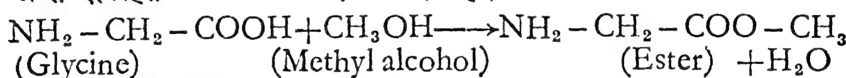
(Glycine)



$$\overset{+}{N}H_3\overset{-}{Cl}$$

(Salt)

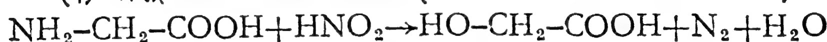
(3) ऐल्कोहल के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with alcohol)—ऐमिनो अम्ल ऐल्कोहल से संयोग करके ईस्टर बनाती है।



$$NH_2-CH_2-COOH+CH_3OH \longrightarrow NH_2-CH_2-COO-CH_3 + H_2O$$

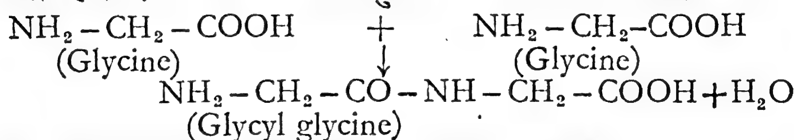
(Glycine) (Methyl alcohol) (Ester)

(4) नाइट्रस अम्ल के साथ प्रतिक्रिया (Reaction with nitrous acid)—



$$NH_2-CH_2-COOH+HNO_2 \rightarrow HO-CH_2-COOH+N_2+H_2O$$

(5) ऐमिनो अम्ल का आपस में संयोग (Combination of amino acids together)—ऐमिनो अम्ल के दो अणु आपस में संयोग करके डाईपेप्टाइड बनाते हैं जो ऐमिनो अम्ल के अन्य अणुओं से संयोग करके पोलीपेप्टाइड बनाती है।



$$NH_2-CH_2-COOH \quad + \quad NH_2-CH_2-COOH$$

(Glycine) (Glycine)

$$\downarrow$$

$$NH_2-CH_2-CO-NH-CH_2-COOH+H_2O$$

(Glycyl glycine)

(6) ऐमिनो अम्ल का मिथाइलीकरण भी किया जा सकता है।

वर्गीकरण (Classification)—ऐमिनो अम्लों का वर्गीकरण रसायनिक दृष्टिकोण से तीन वर्गों में किया गया है।

I. एलीफैटिक ऐमिनो अम्ल (Aliphatic amino acid)

II. एरोमैटिक ऐमिनो अम्ल (Aromatic amino acid)

III. हेट्रो सायक्लिक एमिनो अम्ल (Hetero Cyclic amino acid)

I. एलीफैटिक एमिनो अम्लें (Aliphatic amino acids)

A. मोनो ऐमिनो मोनो कार्बोक्जेलिक अम्ल (Mono aminomono-Carboxylic acids)

1. ग्लायसीन (Glycine)
2. एलानीन (Alanine)
3. वैलाइन (Valine)
4. ल्युसीन (Leucine)
5. आइसो ल्युसीन (Iso leucine)
6. सिरीन (Serine)
7. थ्रियोनाइन (Threonine)

B. गंधक रखने वाले ऐमिनो अम्लें (Sulphur Containing amino acids)

8. सिस्टीन (Cystein)
9. सिस्टाइन (Cystine)
10. मिथियोनाइन (Methionine)

C. मोनो ऐमिनो डाई कार्बोक्जेलिक ऐमिनो अम्लें तथा उनके एमाइड्स (Monoamino dicarboxylic amino acids and their amides)

11. ऐस्पार्टिक अम्ल (Aspartic acid)
12. ऐस्पराजीन (Asparagine)
13. ग्लूटामिक अम्ल (Glutamic acid)
14. ग्लूटामीन (Glutamine)

D. समाक्षारीय ऐमिनो अम्लें (Basic amino acids)

15. लाइसीन (Lysine)
16. हाइड्रोक्सी लाइसीन (Hydroxy lysine)
17. आर्जिनीन (Arginine)
18. हिस्टिडीन (Histidine)

II. ऐरोमैटिक ऐमिनो अम्लें (Aromatic amino acids)

19. फिनाइल एलानीन (Phenyl alanine)
20. टाइरोसीन (Tyrosine)

21. डाइआयडो टाइरोसीन (Diiodo tyrosine)
22. डाईब्रोमो टाइरोसीन (Dibromo tyrosine)
23. थाइराक्सिन (Thyroxine)

III. हेट्रो सायक्लिक एमिनो अम्ल (Hetero Cyclic amino acids)

24. ट्रिप्टोफेन (Tryptophane)
25. प्रोलाइन (Proline)
26. हाइड्रोक्सी प्रोलाइन (Hydroxy Proline)

प्रकृति में पाये जाने वाले ऐमिनो अम्लों को पोषण की दृष्टिकोण है से दो वर्गों में विभक्त किया गया है :

1. आवश्यक (Essential)
2. अनावश्यक (Non-esential)

Essential or Indis pensable.	Nonessential or dispensable
1. Leucine	1. Alanine
2. Iso leucine	2. Aspartic acid.
3. Lysine	3. Citrulline
4. Histidine	4. Cystine
5. Metheonine	5. Glutamic acid
6. Phenyl alanine	6. Glycine
7. Threonine	7. Hydroxy Proline
8. Tryptophane	8. Proline
9. Valine	9. Serine
10. Arginine	10. Tyrosine.

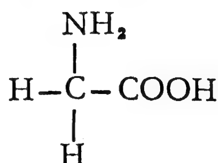
ऐमिनो अम्लों की संरचना (Structure of Amino acids)

उदासीन Neutral

एलीफैटिक (Aliphatic)

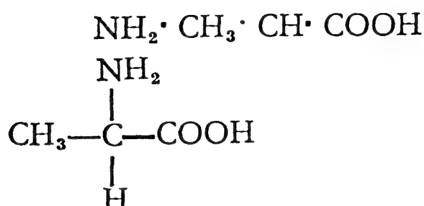
(1) ग्लाइसी (Glycine)

(∝-amino acetic acid)

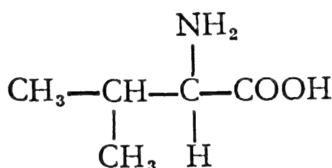


(2) एलानीन—alanine-(∝-amino propionic acid),

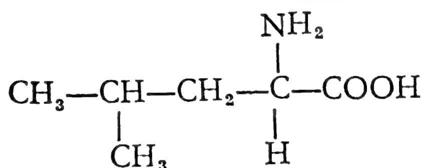
$NH_2 \cdot CH_3 \cdot CH \cdot COOH$



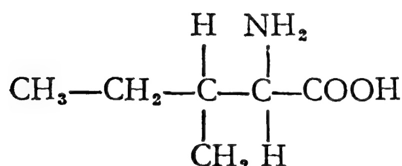
(3) वैलाइन—Valine—(∝ amino isovaleric acid)



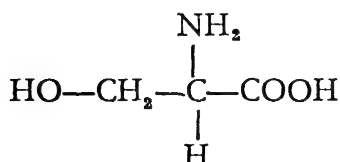
(4) ल्युसीन—Leucine—(∝ amino isocaproic acid)



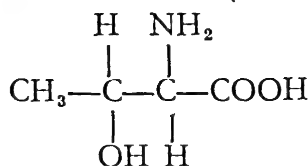
(5) आइसोल्युसीन—Isoleuicine (∝-amino-β-methyl valeric acid)



(6) सिरीन—Serine—(∝-amino-β-hydroxy - propionic acid or β hydroxy alanine)

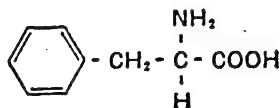


(7) थ्रियोनाइन— Threonine-(∝-β-hydroxy-n-butyric acid)

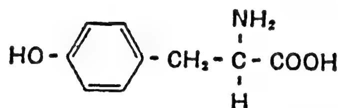


एरोमैटिक (Aromatic)

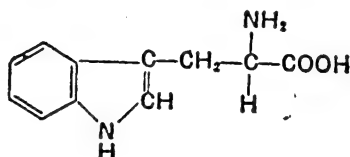
(8) फिनाइल एलानीन—(phenyl alanine–(∝-amino-β-phenyl propionic acid or β-phenyl alanine)



(9) टाइरोसीन—Tyrosine—[∝-amine-β (p-hydroxy phenyl) propionic aicid or β-p-hydroxy phenyl alanine]

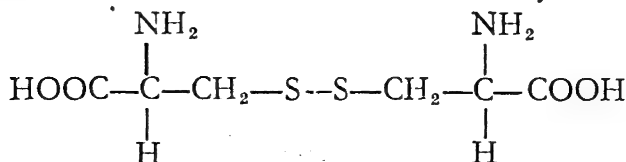


(10) ट्रिप्टोफेन—Tryptophan (∝-amino-β-indole propionic acid ar β-Indole alanine)

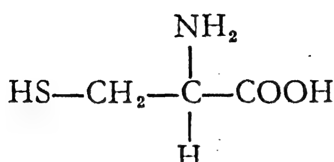


गंधक रखने वाले (S—Containine)

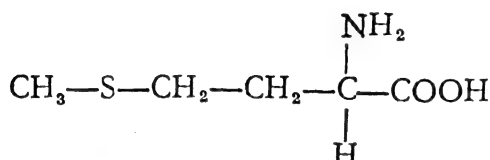
(11) सिस्टाइन Cystine—[di (∝-amino-β-thiopropionic acid)]



(12) सिस्टीन—Cystein—(α-amino-β-mercapto propionic acid)

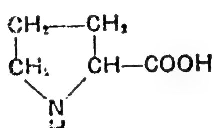


(13) मिथियोनाइन—Methionine (α-amino-γ-methyl thio-n-butyric acid)

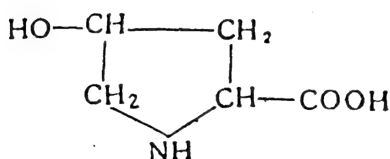


द्वितीयक (Secondary)—

(14) प्रोलाइन-Proline-(Pyrrolidine-2-Carboxylic acid)

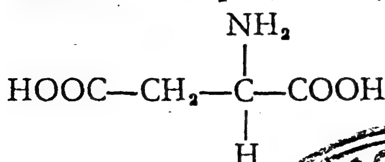


(15) हाइड्राक्सिल प्रोलाइन—Hydroxyl Proline-(4-hydroxy pyrrolidine-2-Carboxylic acid or Oxyproline)

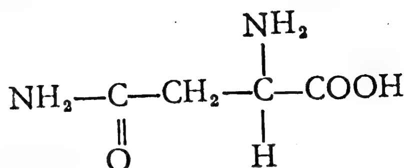


अम्लीय (Acidic)

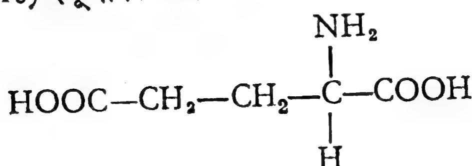
(16) ऐस्पार्टिक अम्ल—Aspartic acid-(Amino succinic acid)



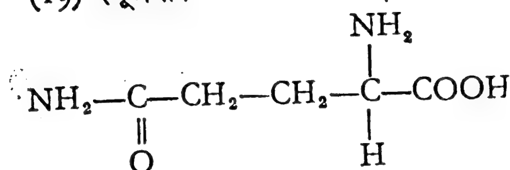
(17) ऐस्पराजीन—Asparagine (β-amide of aspartic acid)



(18) ग्ल्यूटामिक अम्ल—Glutamic acid-(α-amino glutaric acid)

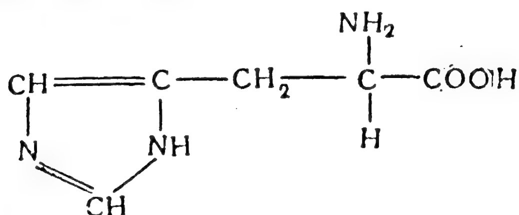


(19) ग्ल्यूटामीन—Glutamine-(γ-amide of Glutamic acid)

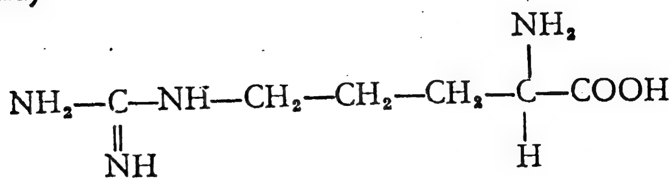


समाक्षारीय (Basic)

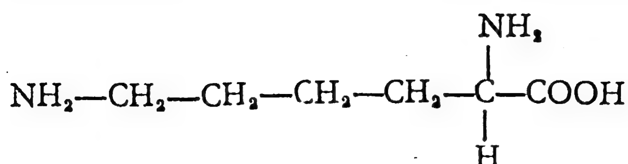
(20) हिस्टिडीन–Histidine-(α-amino-β-imidazole propionic acid or β-imidazole alanine)



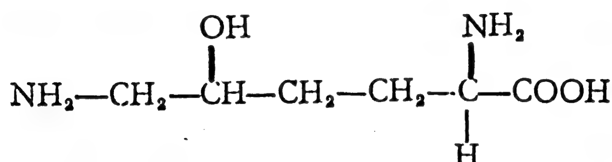
(21) आर्जिनिन—Arginine-(α-amino-δ-guanido Valeric acid)



(22) लाइसीन—Lysine-(α-e-diamino Caproic acid)



(23) हाइड्राक्सी लाइसीन—Hydroxy lysine-(α, E-diamino δ-hydroxy Caproic acid)



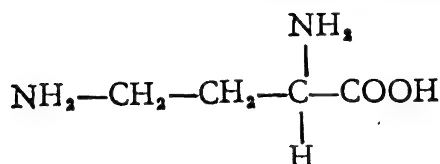
(24) बीटा एलानीन—β-alanine-(β-amino propionic acid)



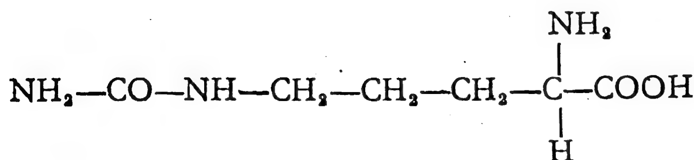
(25) गामा ऐमिनो ब्यूटाइरिक अम्ल—(γ-amino butyric acid)



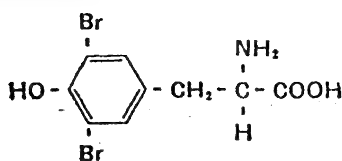
(26) आर्निथिन—Ornithine (α, δ-diamino Valeric acid)



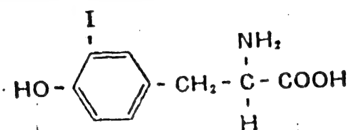
(27) साइट्रलिन Citrulline—(α amino-δ-carbamido valeric acid)



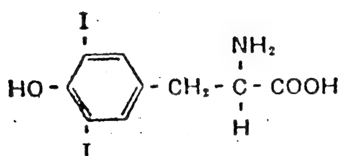
(28) तीन, पाँच डाई ब्रोमो टाइरोसीन—3,5 dibromo tyrosine



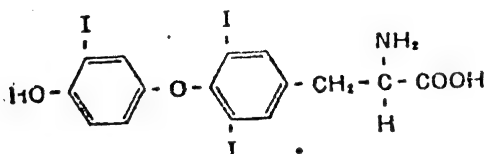
(29) तीन आइडो टाइरोसीन—(3-iodotyrosine)



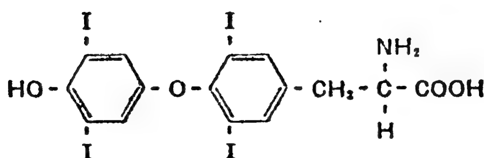
(30) [तीन, पाँच द्वि आयडो टाइरोसीन—3,5-diiodo tyrosine
| (Iodogorgoic acid)



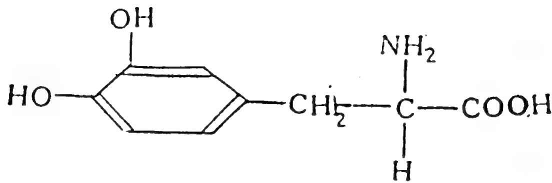
(31) तीन, पाँच, तीन–त्रि आयडो थाइरोनीन 3, 5, 3′–Triiodo thyronine)



(32) थाइराक्सीन—Thyroxine–(3, 5, 3′, 5′-tetra iodo thyronine)



(33) द्वि हाइड्राक्सी फिनाइल एलानीन—Dihydroxy phenyl alanine)



५ | प्रकाश संश्लेषण
(Photosynthesis)

पौधों में कार्बोहाइड्रेट्स के निर्माण के प्रक्रम को प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis) कहते हैं। इस प्रक्रम में पौधे सूर्य के प्रकाश की उपस्थित में वायुमण्डल से कार्बन डाईआक्साइड (CO_2) तथा भूमि से पानी (H_2O) लेकर अपने हरे भाग (क्लोरोफिल) की सहायता से कार्बोहाइड्रेट्स का निर्माण करते हैं, तथा आक्सीजन (O_2) गैस बाहर निकालते हैं।]

परिभाषा (defenition)—प्रकाश संश्लेषण वह प्रक्रम है जिसके द्वारा पौधे क्लोरोफिल की सहायता से सूर्य के प्रकाश की उपस्थित में कार्बन डाईआक्साइड (CO_2) तथा पानी (H_2O) को संयोग करा कर अपना भोजन (कार्बोहाइड्रेट्स) बनाते हैं।

प्रकाश संश्लेषण प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting photosynthesis)—प्रकाश संलेषण निम्न कारकों पर निर्भर करता है :

(1) प्रकाश (Light)
(2) पिगमेंट (Pigment)
(3) कार्बन डाई आक्साइड (CO_2)
(4) पानी (H_2O)
(5) तापक्रम (Temperature)
(6) एन्जाइम तथा कोएन्जाइम (Enzyme and Coenzyme).

प्रकाश (Light)—सूर्य के प्रकाश में भिन्न-भिन्न तरंग लम्बाई (wave length) की किरणें होती हैं। ये किरणें पौधों के पिगमेंट द्वारा समूह (bundle) या पुलिदा (Packet) के रूप में शोषित होती हैं। इन पुलिदों में उर्जा (energy) होती है जिसे कलरी (Caloiy) में प्रदशित करते हैं। भिन्न-भिन्न तरंग लम्बाई (wave length) की किरणों के पुलिंदों में भिन्न-भिन्न उर्जा (enrgy) की मात्रा पाई जाती है।

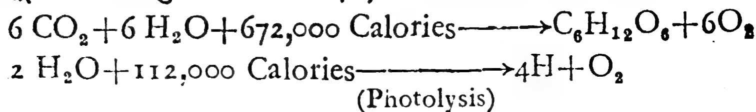
किरणों की तरंग लम्बाई (Wave length of rays)	किरणों के रङ्ग (Colour of rays)	किरणों की आइंस्टीन की कलरी में मात्रा (Rays Einstein in Calories)
750	गहरा लाल (Deep red)	38,120
650	लाल (Red)	43,980
620	नारंगी (Orange)	46,100
530	हरा (Green)	53,930
440	नीला (Blue)	64,970
410	बैगनी (Violet)	69,730

उर्जा संबन्ध (Energy relation)—प्रकाश संश्लेषण के प्रक्रम में पौधों के पिगमेन्ट सूर्य की किरणों को शोषित करते हैं। यह शोषण तरङ्ग लम्बाई (wave length) तथा पिगमेंट के प्रकार (type) के ऊपर निर्भर करता है, जैसे कैरोटिन्वायड (Carotenoid) का शोषण क्लोरोफिल से अधिक होता है। कुछ वैज्ञानिकों का यह मत है कि कैरोटिन्वायड उर्जा शोषित करके क्लोरोफिल के अणुओं को दे देता है। इसके साथ ही साथ क्लोरोफिल जिसके कारण पौधे हरे रहते हैं, भी सूर्य के प्रकाश को शोषित करता है, जिसमें क्लोरोफिल-ए (Chlorophyll-a) का शोषण क्लोरोफिल-बी (Chlorophyll-b) से काफी अधिक होता है। लाल (Red) तथा नीले (blue) तरङ्ग लम्बाई वाले किरणों का शोषण अन्य तरङ्ग लम्बाई वाले किरणों से अधिक होता है, इसलिए इन किरणों के उपस्थिति में प्रकाश संश्लेषण अधिक होता है।

क्वाण्टम वाद (Quantum theory)—पौधों के पिगमेंट द्वारा किरणों का शोषण (absorption) तथा उत्सर्जन (emission) लगातार नहीं होता। प्रत्येक शोषण तथा उत्सर्जन में उर्जा की मात्रा निश्चित होती है जिसे क्वाण्टम (Quantum) कहते हैं। दूसरे शब्दों में यह कहा जा सकता है कि उर्जा का शोषण तथा उत्सर्जन क्वाण्टम के पूर्ण संख्या में होता है।

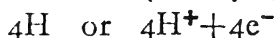
पौधों के पिगमेंट उर्जा द्वारा उत्तेजित हो जाते हैं। परन्तु एक क्वाण्टम (इसे एक आइन्सटीन (Einstein) भी कहते हैं) में इतनी उर्जा नहीं होती जो कि प्रकाश संश्लेषण के प्रक्रम को सफल बना सके। प्रकाश संश्लेषण के प्रक्रम में पानी (H_2O) टूटता है जिससे आक्सीजन (O_2) तथा हाइड्रोजन (H_2) प्राप्त होता है। इसे फोटोलिसिस (photolysis) कहते हैं। आक्सीजन पौधों से बाहर निकल जाता है तथा हाइड्रोजन कार्बन डाईआक्साइड को अवकरित (reduce)

करके कार्बोहाइड्रेट्स बनाता है। फोटोलिसिस (Photolyais) के प्रक्रम में तीन क्वान्टा उर्जा (3 quanta energy) की आवश्यकता होती है जिसमें 112,000 कैलॉरी होती। कार्बोहाइड्रेट के एक साधारण अणु के निर्माण में कार्बन डाई आक्साइड (CO_2) तथा पानी (H_2O) प्रत्येक के छः अणु लगते हैं, अर्थात कार्बोहाइड्रेट के एक अणु के निर्माण में 672,000 कैलॉरी की आवश्यकता होती है।



$$6\,CO_2 + 6\,H_2O + 672{,}000 \text{ Calories} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

$$2\,H_2O + 112{,}000 \text{ Calories} \xrightarrow[\text{(Photolysis)}]{} 4H + O_2$$



$$4H \text{ or } 4H^+ + 4e^-$$

(H^+=Proton, e=electron)

इस प्रतिक्रिया को हिल प्रतिक्रिया (Hill reaction) भी कहते हैं।

पिगमेंट (Pigment)—पौधों में चार मुख्य पिगमेंट पाये जाते हैं, जो कि निम्न हैं—

(1) क्लोरोफिल-ए (Chlorophyll-a) $C_{55}H_{72}N_4O_5$ Mg
ये हरे रङ्ग के होते हैं।

(2) क्लोरोफिल-बी (Chlorophyll-b) $C_{55}H_{70}N_4O_6$ Mg
ये भी हरे रङ्ग के होते हैं।

(3) कैरोटीन (Carotein) $C_{40}H_{56}$
ये पीले रङ्ग के होते हैं।

(4) जैन्थोफिल (Xanthophyll) $C_{40}H_{56}O_2$
ये भी पीले रङ्ग के होते हैं।

कार्य (Function)—ये पिगमेंट प्रकाश उर्जा (Light energy) को शोषित करके उन्हें रसायनिक उर्जा (Chemical energy) में बदल देते हैं। पौधों में फोटोलिसिस (Photolysis) इसी रसायनिक उर्जा के द्वारा होता है। यद्यपि फोटोलिसिस के लिए तीन क्वान्टा की आवश्यकता होती है फिर भी ये पिगमेंट 8 से 10 क्वान्टा उर्जा शोषित करते हैं, जिसका करीब 30% ही रसायनिक उर्जा में परिवर्तित हो पाता है। पिगमेंट के इस क्षमता को उष्मा गतिक दक्षता (Thermo dynamic efficiency) कहते हैं।



$$Chl + nhv \longrightarrow Chl^* + flv$$



$$Chl^* \longrightarrow Chl + CE$$

Chl=Chlorophyll; Chl * = excited Chlorophyll; nhv = number of quanta; fhv=fluorescent quanta; CE=Chemical energy, h=Plank's Constant; V=Frequency of light,

तापक्रम (Temperature)—पौधों में जितने प्रतिक्रियायें होते हैं वे सभी कुछ निश्चित तापक्रम पर अधिक तेजी से होते हैं जिसके कारण कार्बोहाइड्रेट के निर्माण की गति तीव्र या मन्द होती रहती है।

एन्जाइम तथा कोएन्जाइम (Enzyme and Coenzyme)—कार्बोहाइड्रेट के निर्माण में जो भी रसायनिक प्रतिक्रियायें होती हैं वे सभी कार्बनिक उत्प्रेरक (organic Catalyst) के द्वारा होती है जिन्हें एन्जाइम (enzyme) कहते हैं। एक एन्जाइम एक ही प्रकार के प्रतिक्रिया को उत्प्रेरित कर पाती है, इसलिए भिन्न-भिन्न प्रतिक्रिया भिन्न-भिन्न एन्जाइम के द्वारा उत्प्रेरित होता है। एन्जाइम प्रोटीन के प्रकृति के होते हैं। जिनकी क्रियाशीलता एक अ-प्रोटिनीय (Non-Proteinaceous) पदार्थ के ऊपर निर्भर करती है जिसे कोएन्जाइम्म (Coenzyme) कहते हैं। कुछ एन्जाइम्म का नाम निम्न है—

(1) फास्फोरिलेज (Phospho rylase)
(2) फास्फोग्लूकोम्यूटेज् (Phosphogluco mutase)
(3) फास्फो हेक्सो आइसोमरेज् (Phosphohexo isomerase)
(4) हेक्सोज् डाई फास्फैटेज् (Hexose diphosphatase)
(5) एल्डोलेज़ (Aldolase)
(6) आइसोमरेज् (Isomerase)

प्रकाश संश्लेषण का प्रक्रम (Mechanism of Photosynthesis)—प्रकाश संश्लेषण की प्रतिक्रियायें दो फेजेज् (Phases) में होती है जो कि निम्न है—

(1) प्रकाश फेज् (Light phase)—सर्वप्रथम क्लोरोफिल प्रकाश उर्जा को रसायनिक उर्जा में बदलती है, जिसके कारण पानी (H_2O) हाइड्रोजन (H_2) तथा आक्सीजन (O_2) में टूट जाता है। इस क्रिया को फोटोलिसिस (Photolysis) कहते हैं। ए-ए-बेन्सन (A.A. Benson) तथा एम० काल्विन (M. Calvin) के अनुसार यह हाइड्रोजन अल्फा-लिपोइक अम्ल (α Lipoic acid) को अवकरित करती है जो कि डाईफास्फो पाइरिडीन न्युक्लियोटाइड (Diphospho Pyridine nucleotide=DPN) से संयोग करके अल्फा-लिपोइक अम्ल तथा अवकरित डाई फास्फो पाइरिडीन न्युक्लियोटाइड (Reduced diphospho Pyridine nucleotide=$DPNH_2$) बनाती है।

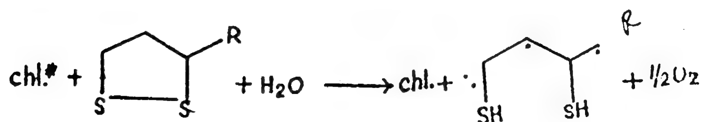
(2) अंधकार फेज् (Darkphase)—इस फेज् में कार्बन डाई आक्साइड (CO_2) स्थिर (fix) होता है। इसे अंधकार प्रतिक्रिया (Dark reaction) भी

कहते हैं, क्योंकि पौधों में कार्बन डाई आक्साइड स्थिर होने के लिए प्रकाश की आवश्यकता नहीं होती। कार्बन का पूर्ण भाग्य (Fate) रेडियोधर्मी कार्बन (^{14}C) से बने कार्बन डाइ आक्साइड ($^{14}CO_2$) की सहायता से अध्ययन किया गया तथा यह सर्व सम्मति से मान लिया गया है कि कार्बन डाइ आक्साइड, पानी तथा राइबुलोज – 1:5-डाई फास्फेट (Ribulose-1:5-diphosphate) आपस में संयोग करके 3–फास्फोग्लिसरिक अम्ल बनाते हैं। रेडियोधर्मी कार्बन (^{14}C) कार्बोक्जुलिक ($^{14}COOH$) वर्ग में रहता है। 3–फास्फोग्लिसरिक अम्ल फिर एडिनोसिन ट्राई फास्फेट (Adenosine triphosphate = ATP) से संयोग करके 1:3–डाई फास्फोग्लिसरिक अम्ल (1:3–diphosphoglyceric acid) बनाता है जो $DPNH_2$ से संयोग करके 3–फास्फोग्लिसरलडिहाइड, D.P.N तथा फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) बनाता है। आइसोमरेज एन्जाइम के द्वारा 3–फास्फो ग्लिसरल-डिहाइड का 95% भाग डाई हाइड्रोक्सी एसिटोन फास्फेट में बदल जाता है। इसके पश्चात 3–फास्फो ग्लिसरलडिहाइड तथा डाई हाइड्राक्सी एसिटोन फास्फेट परस्पर संयोग करके फ्रुक्टोज—1,6–डाई फास्फेट बनाते हैं। फ्रुक्टोज़—1,6–डाई फास्फेट, हेक्सोज़–डाई–फास्फैटेज एन्जाइम के द्वारा फ्रुक्टोज़–6–फास्फेट तथा फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) में टूट जाता है। फ्रुक्टोज–6–फास्फेट के कुछ अंश से स्टार्च तथा बाकी से राइबुलोज़ 5—फास्फेट बनता है ये सभी प्रतिक्रियायें एन्जाइम के द्वारा होते हैं जो कि पादप कोशिकाओं (Plant cells) में पाया जाता है।

प्रकाश संश्लेषण के प्रकाश तथा अंधकार फेज़ को निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है—

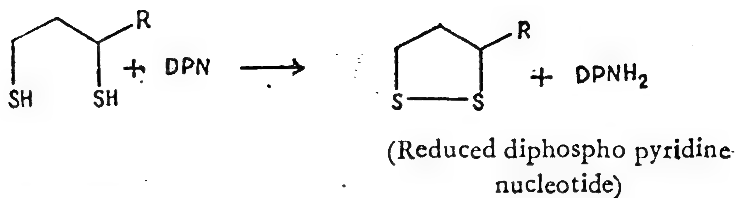
(1) प्रकाश प्रतिक्रिया (Light reaction)





(Lipoic acid)
or
(6, 8, thioctic acid)

(Reduced Lipoic acid)



(Reduced diphospho pyridine nucleotide)

(2) अंधकार प्रतिक्रिया (Dark reaction)

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ C=O \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array} \xrightarrow{+ATP} \begin{array}{l} CH_2OPO_3H_2 \\ | \\ C=O \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array} + ADP$$

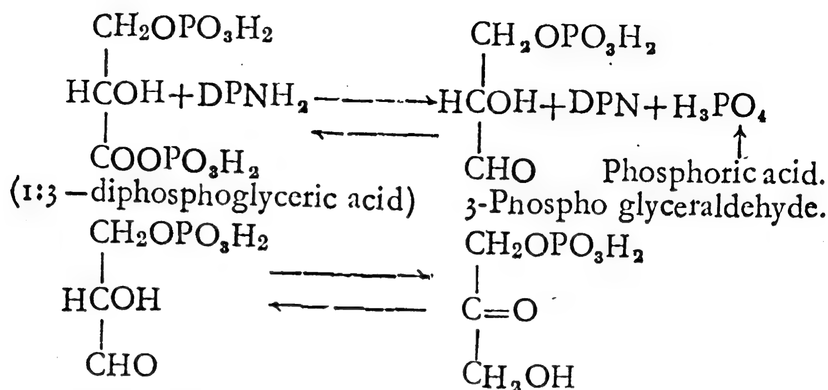
(Ribulose – 5 – Phosphate) (Ribulose – 1:5 – diphosphate)

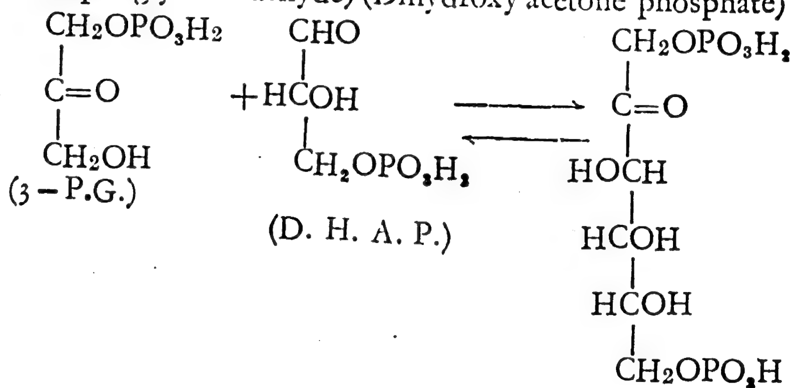
$$\begin{array}{l} CH_2OPO_3H_2 \\ | \\ C=O \\ | \\ CHOH + CO_2 + H_2O \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{l} CH_2OPO_3H_2 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \\ + \\ COOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array}$$

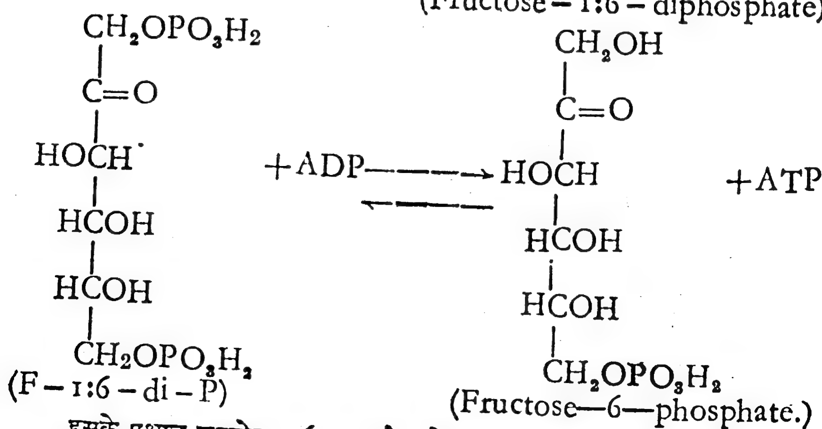
(Ribulose – 1:5 – diphosphate) (3 – Phosphoglyceric acid)

$$\begin{array}{l} CH_2OPO_3H_2 \\ | \\ HCOH + ATP \\ | \\ COOH \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{l} CH_2OPO_3H_2 \\ | \\ HCOH \\ | \\ COOPO_3H_2 \end{array} + ADP$$

(3 – Phosphoglyceric acid) 1:3 – diphospho glyceric acid.

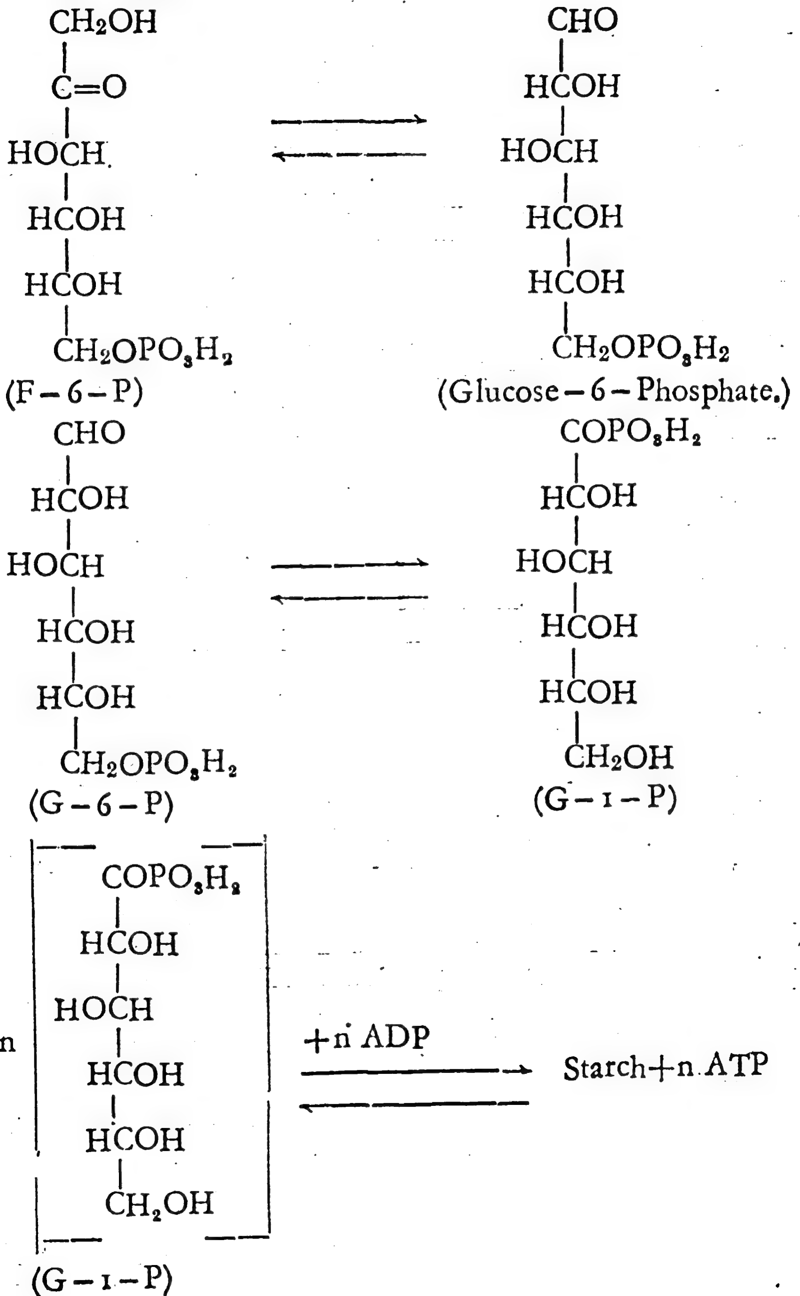




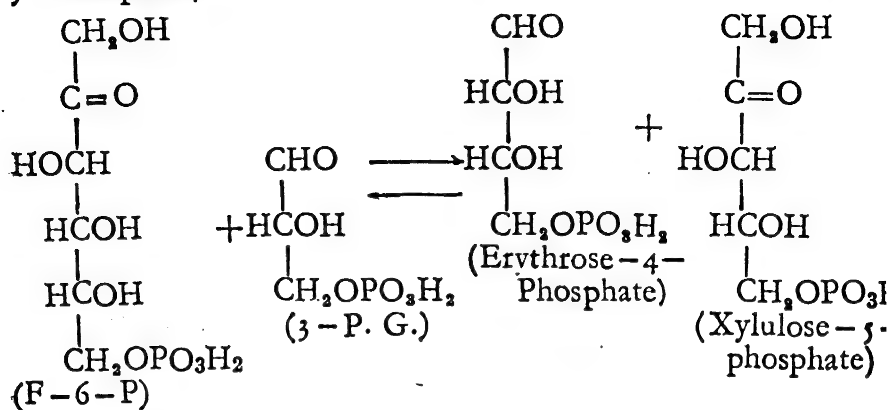


इसके पश्चात् फ्रुक्टोज – 6 – फास्फेट के कुछ अंश से स्टार्च तथा बाकी अंश से राइबुलोज – 5 – फास्फेट बनता है।

स्टार्च का बनना (Starch Formation) :—



राइबुलोज – ५ – फास्फेट का निर्माण (Formation of Ribulose – 5 – Phosphate) :—



CH_2OH
|
$C=O$
|
HOCH
|
HCOH
|
$CH_2OPO_3H_2$
(X – 5 – P)

⇌

CH_2OH
|
$C=O$
|
HCOH
|
HCOH
|
$CH_2OPO_3H_2$
(Ribulose – 5 – Phosphate)

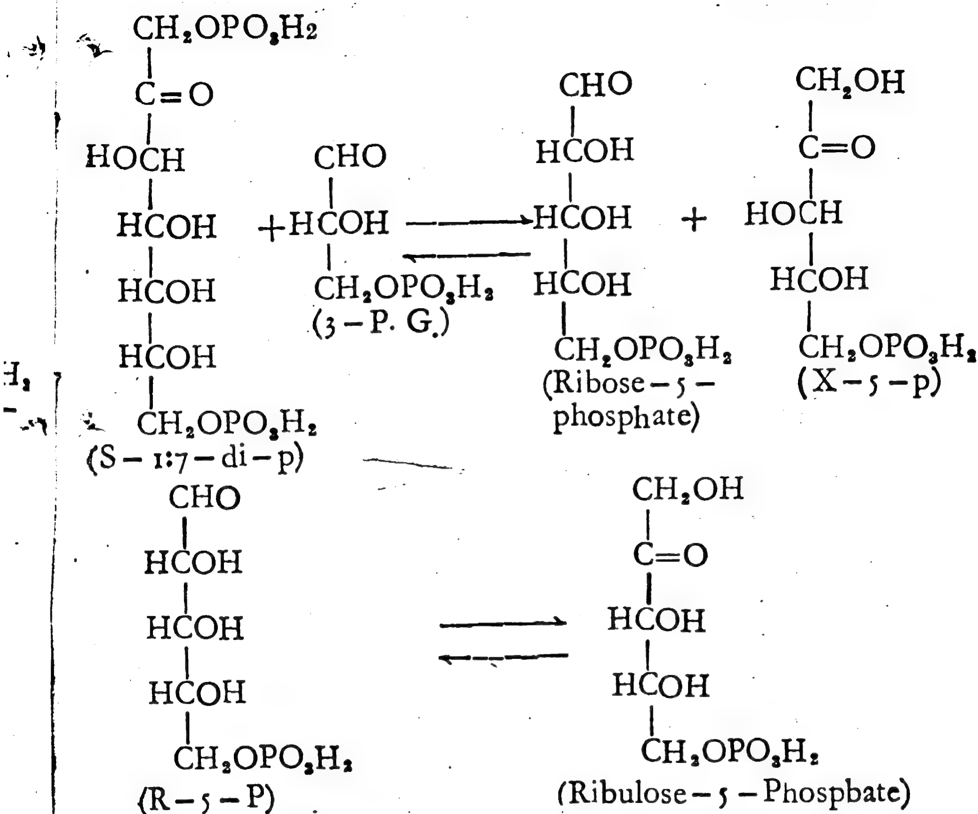
CHO
|
HCOH
|
HCOH
|
$CH_2OPO_3H_2$
(E – 4 – P)

+

$CH_2OPO_3H_2$
|
$C=O$
|
CH_2OH
(D.H.A.P.)

⇌

$CH_2OPO_3H_2$
|
$C=O$
|
HOCH
|
HCOH
|
HCOH
|
HCOH
|
$CH_2OPO_3H_2$
(Sedohep tulose – 1:7 – diphosphate.)



(P. G=Phospho glyceraldehyde; DHAP=dihydroxy acetone phosphate; F=fructose; G=Glncose; ATP=Adenosine triphosphate; ADP=Adenosine diphosphate; E=Erythrose; X=Xylulose; R=Ribose S=Sedoheptulose; PG.A=Phosphogyceric actd.)

प्रकाश संश्लेषण का सारांश (Summary of Photosynthesis) :—

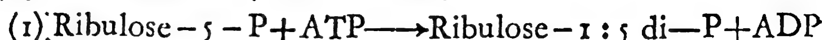
(A)—प्रकाश प्रतिक्रिया (Light raction)

(1) (Chlorophyll)+(Light)⟶(Active chlorophyll)

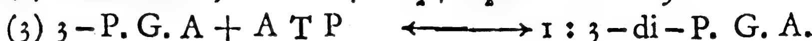
(2) Active Chlorophyll+ α—Lipoic acid $\xrightarrow{+\text{Water}}$ Reduced Lipoic acid+Oxygon+Chlorophyll.


(3) Reduced Lipoic acid + DPN ⟶ Lipoic acid + $DPNH_2$

(B)—अंधकार प्रतिक्रिया (Dark reaction);


(1) Ribulose – 5 – P + ATP ⟶ Ribulose – 1 : 5 di—P + ADP


(2) Ribulose–1:5—di—P + CO_2 + H_2O ⟷ 3 – P. G.A


(3) 3 – P. G. A + A T P ⟷ 1 : 3 – di – P. G. A.


(4) 1 : 3—di P. G. A + D P N H_2 ⟶ 3. P. G + D P N + H_3 P O_4


(5) 3 – P. G. ⟶ D. H. A. P.


(6) 3 – p. G + D. H. A P ⟶ F – 1 : 6 – di – P


(7) F – 1 : 6—di—P + A D P ⟶ F – 6 – P + A T P


(8) F – 6 – P ⟶ Starch
⟶ Ribuiose – 5 – P

स्टार्च निर्माण (Starch Formation).


(9) F – 6 – P ⟶ G – 6 – P


(10) G – 6 – P ⟶ G – 1 – P


(11) n (G—1—P) $\xrightarrow{+ n\ A\ D\ P}$ Starch + n A T P

राइबुलोज—5—फास्फेट का निर्माण (Ribulose – 5 – Phosphate Formation) :—


(1) F—6—P + 3—P. G. ⟷ E – 4 – P + X – 5 – P


(2) X – 5 – P ⟷ Ribulose – 5—Phosphate


(3) E – 5 – P + D. H. A. P ⟷ S – 1 : 7 – di – P


(4) S—1 : 7—di—P + 3—P. G. ⟷ R—5 – P + X – 5 – p


(5) R – 5 – p ⟷ Ribulose— 5 – phospate

वसा संश्लेषण | ६
(Fat Synthesis)

पौधों के वसा पदार्थ साधारण तापक्रम पर द्रव के रूप में रहते हैं, परन्तु उष्ण कटिबंधीय बीजों का वसा ठोस होता है। पौधों में वसा संश्लेषण जेनेटिकल कारक (Genetical factor) द्वारा शासित होता है। भिन्न-भिन्न पौधों में यह कारक भिन्न पाया जाता है जिसके कारण वसा का निर्माण भिन्न-भिन्न पौधों में भिन्न होता है। तो भी पर्यावरण (Environmental) की दशा से वसा निर्माण पर प्रभाव पड़ता है। जैसे—ठन्डे वातावरण में अधिक असंतृप्त वसा (Highly unsaturated fat) बनता है। वसा सभी पौधों में पाया जाता है परन्तु इसकी मात्रा पौधों तथा पौधों के भिन्न-भिन्न अंगों पर भिन्न-भिन्न होती है, जैसे बीजों तथा फलों में वसा अधिक पाया जाता है।

वसा संश्लेषण कार्बोहाइड्रेट्स के उपचय (Catabolism) द्वारा होता है। क्योंकि जब पौधों में वसा संश्लेषण आरम्भ होता है तो कार्बोहाइड्रेट्स की मात्रा कम होने लगती है। पौधों के वसा संश्लेषण में होने वाली प्रतिक्रियाओं को तीन वर्गों में विभक्त किया जा सकता है, जो कि निम्न हैं—

(1) ग्लिसराल संश्लेषण (Glycerol Synthesis)

(2) वसीय अम्ल संश्लेषण (Fatty acid Synthesis)

(3) ग्लिसराल तथा वसीय अम्लों का संयोग (Combination of glycerol and fatty acids)

ग्लिसराल संश्लेषण (Glycerol Syhthesis)—पौधों में जब कार्बोहाइड्रेट्स का उपचय होता है तो दो प्रकार के ट्राइओज़ फास्फेट (Triose phosphate) प्राप्त होते हैं। इन्हें क्रमशः 3—फास्फो ग्लिसरलडिहाइड (3—phospho glyceraldehyde) तथा डाईहाइड्राक्सी एसिटोन फास्फेट (Dihydroxy acetone phosphate) कहते हैं। ये दोनों ट्राइओज़ फास्फेट एन्जाइम के द्वारा ग्लिसराल तथा फास्फोरिक अम्ल में टूट जाते हैं। इन प्रतिक्रियाओं को निम्न रूप से प्रदर्शित किया जा सकता है—

Starch, Glucose or fructose + ATP $\rightleftharpoons$ Hexose phosphate

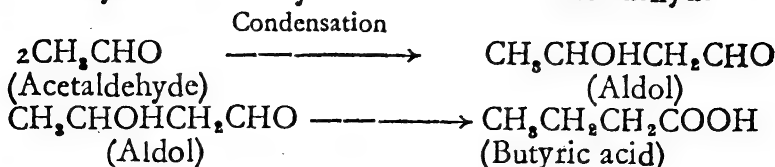
Hexose phosphate $\rightleftharpoons$ Dihydroxy acetone phosphate + 3—phospho glyceraldehyde.

$$\underset{\text{(Dihydroxy acetone Phosphate)}}{\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ C=O \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array}} \underset{\longleftarrow}{\xrightarrow{+2H}} \underset{\text{(3—Phospho glycerol)}}{\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array}} \underset{\longleftarrow}{\xrightarrow{+H_2O}} \underset{\text{(Glycerol)}}{\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}} + \underset{\text{Phosphoric acid)}}{H_3PO_4}$$

$$\underset{\text{(3—Phosphoglyceral dehyde)}}{\begin{array}{c} CHO \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array}} \underset{\longleftarrow}{\xrightarrow{+2H}} \underset{\text{(3—Phospho-glycerol)}}{\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OPO_3H_2 \end{array}} \underset{\longleftarrow}{\xrightarrow{+H_2O}} \underset{\text{(Glycerol)}}{\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}} + \underset{\text{(Phosphoric acid)}}{H_3PO_4}$$

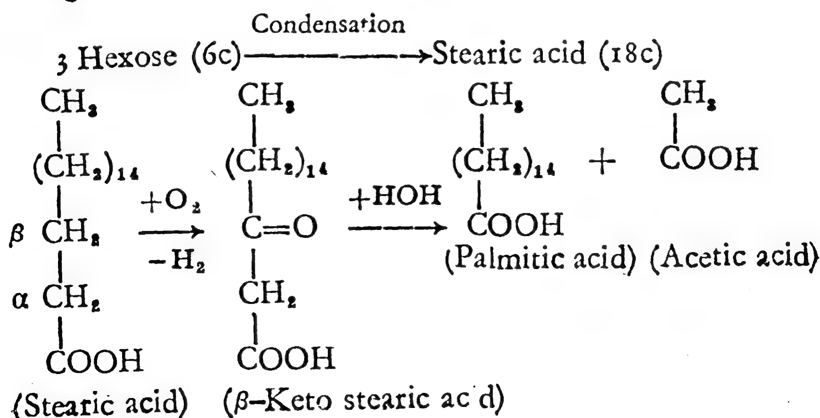
वसीय अम्ल संश्लेषण—(Fatty acid synthesis)—प्रकृति में पाये जाने वाले वसीय अम्लों में अधिकतर कार्बन परमाणुओं की संख्या सम (Even) होती है, इसलिए यह अनुमान किया जाता है कि वसीय अम्लें दो कार्बन परमाणु वाले यौगिकों से बना है, जिसमें एसिटलडिहाइड (Acetaldehyde) या एसिटिक अम्ल के अन्य संजात (Derivative) हो सकते हैं। जब कार्बोहाइड्रेट्स का उपापचयन (metabolism) पौधों में होता है तो पाइरुविक अम्ल (Pyruvic acid) कई प्रतिक्रियाओं के पश्चात बनता है जिससे दो कार्बन परमाणु वाले यौगिक एसिटलडिहाइड, इथाइल एल्कोहल तथा एसिटिक अम्ल बनते हैं। अभी तक वसीय अम्लों का संश्लेपण स्पष्ट नहीं हुआ है, जिसके कारण भिन्न-भिन्न वाद (theories) प्रचलित हैं जो कि निम्न हैं—

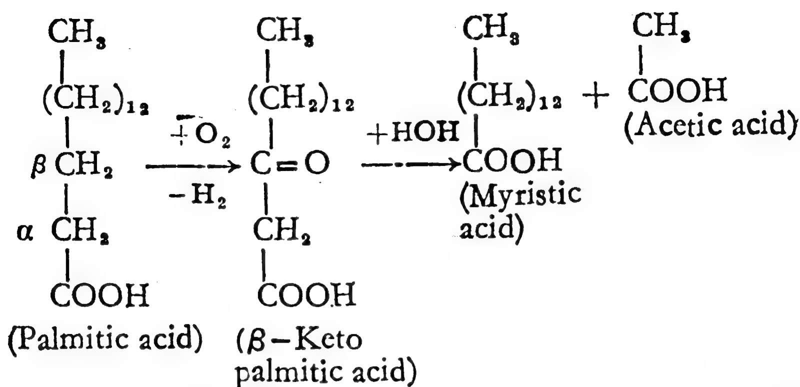
(1) एल्डाल संघनन वाद (Aldol condensation theory)—इस वाद के अनुसार कार्बोहाइड्रेट से एसिटलडिहाइड का निर्माण होता है, जिसके दो अणु संघनन (condense) करके एल्डाल बनाते हैं, जो कि अन्त में वसीय अम्ल में बदल जाता है।



(2) हेक्सोज संघनन वाद (Hexose Condensation Theory)—इस वाद के अनुसार छः कार्बन परमाणु वाले हेक्सोज़ बिना दो कार्बन परमाणु वाले यौगिक में आये हुये ही वसीय अम्ल में परिवर्तित हो जाते हैं। इमिल फिशर (Emil Fisher) ने यह बताया कि हेक्सोज़ के दो या दो से अधिक अणु आपस में संघनन करके छः के गुणक कार्बन परमाणु वाले यौगिक बनाते हैं, जो कि आक्सीकरण, अवकरण तथा संभवतः निहाइड्रोजनीकरण (dehydrogenation) के प्रतिक्रियाओं द्वारा संतृप्त तथा असंतृप्त वसीय अम्लों का निर्माण करते हैं। इस वाद के अनुसार उन वसीय अम्लों का निर्माण संभव प्रतीत नहीं होता जिनमें कार्बन परमाणु की संख्या छः के गुणक (multiple) नहीं हैं।

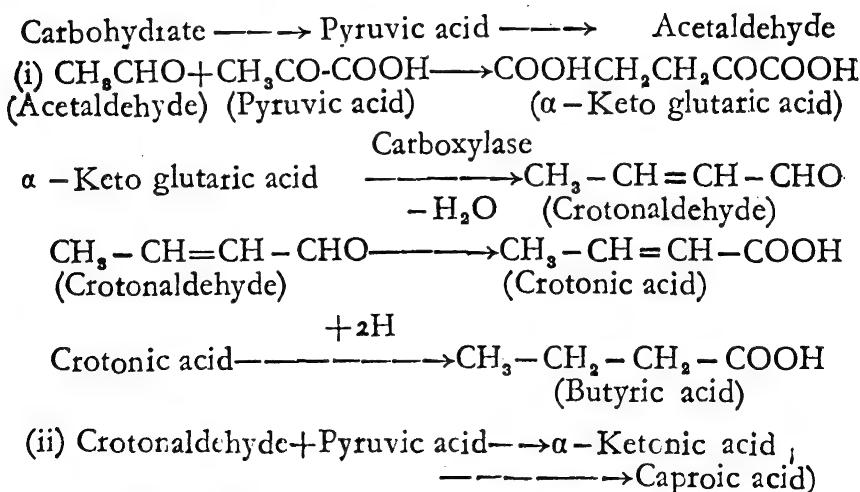
(3) हेक्सोज़ संघनन बीटा आक्सीकरण (Hexose condensation β-oxidation)—इस वाद के द्वारा छः या छः के गुणक संख्या वाले वसीय अम्लों का निर्माण तो होता ही है, साथ-ही-साथ उन वसीय अम्लों का भी निर्माण होता है। जिनमें कार्बन परमाणुओं की संख्या छः के गुणक नहीं हैं। नूप (Knoop) महोदय का यह मत है कि जिन वसीय अम्लों में कार्बन परमाणुओं की संख्या छः के गुणक नहीं है, वे बीटा आक्सीकरण के द्वारा बनते हैं जिसके द्वारा दो कार्बन परमाणु कट कर निकल जाते हैं।





$$\underset{\text{(Palmitic acid)}}{CH_3-(CH_2)_{12}-\overset{\beta}{CH_2}-\overset{\alpha}{CH_2}-COOH} \xrightarrow[-H_2]{+O_2} \underset{(\beta-\text{Keto palmitic acid})}{CH_3-(CH_2)_{12}-C{=}O-CH_2-COOH} \xrightarrow{+HOH} \underset{\text{(Myristic acid)}}{CH_3-(CH_2)_{12}-COOH} + \underset{\text{(Acetic acid)}}{CH_3-COOH}$$

(4) क्रोटोनलडिहाइड वाद (Crotonaldehyde Theory)—स्मेडली (Smedly) तथा उनके साथियों ने यह बताया कि एसिटलडिहाइड तथा पाइरुविक अम्ल आपस में संयोग करके पाँच कार्बन परमाणु वाले यौगिक (अल्फा कीटो, ग्ल्युटैरिक अम्ल) बनाते हैं, जिसमें से पानी निकल जाने से तथा कार्बोग्ज़िलेज़ एन्जाइम के प्रभाव द्वारा क्रोटोनलडिहाइड बनता है। इस क्रोटोनलडिहाइड से वसीय अम्लों का निर्माण होता है।



Carbohydrate ——→ Pyruvic acid ——→ Acetaldehyde

(i) $\underset{\text{(Acetaldehyde)}}{CH_3CHO} + \underset{\text{(Pyruvic acid)}}{CH_3CO\text{-}COOH} \longrightarrow \underset{(\alpha-\text{Keto glutaric acid})}{COOHCH_2CH_2COCOOH}$

$$\alpha-\text{Keto glutaric acid} \xrightarrow[-H_2O]{\text{Carboxylase}} \underset{\text{(Crotonaldehyde)}}{CH_3-CH{=}CH-CHO}$$

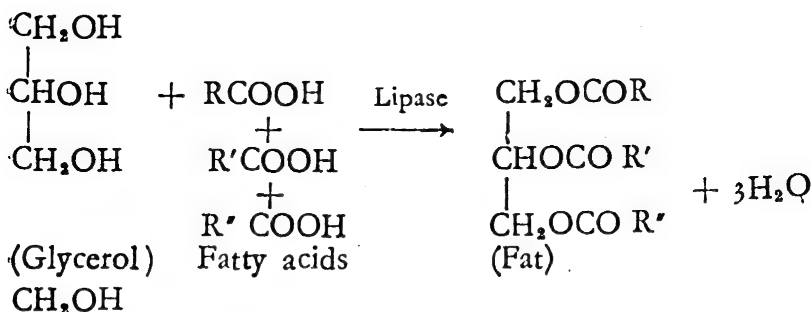
$$\underset{\text{(Crotonaldehyde)}}{CH_3-CH{=}CH-CHO} \longrightarrow \underset{\text{(Crotonic acid)}}{CH_3-CH{=}CH-COOH}$$

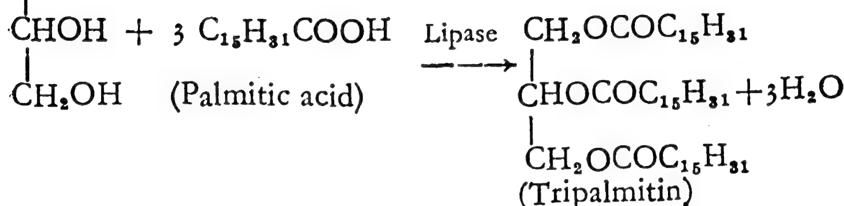
$$\text{Crotonic acid} \xrightarrow{+2H} \underset{\text{(Butyric acid)}}{CH_3-CH_2-CH_2-COOH}$$

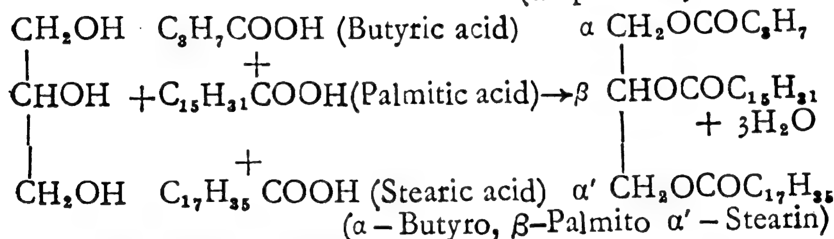
(ii) Crotonaldehyde+Pyruvic acid—→α–Ketonic acid ——————→Caproic acid)

गिलसराल तथा वसीय अम्लों का संयोग (Combination of glycerol and Fatty acids)।

पौधों मे ग्लिसराल तथा वसीय अम्लों का निर्माण होने के पश्चात् ये आपस में लाइपेज़ एन्जाइम के द्वारा संयोग करके वसा बनाते हैं।

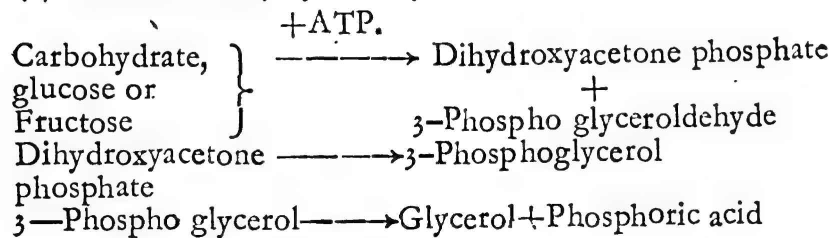






वसा संश्लेषण का सारांश (Summary of Fat Synthesis)—

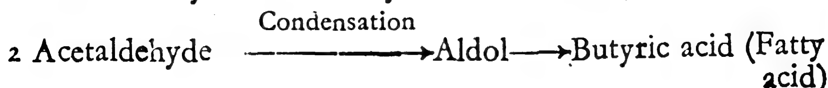
(1) ग्लिसराल संश्लेषण (Glycerol Synthesis)



(2) वसीय अम्ल संश्लेषण (Fatty acid Synthesis)—

(i) एल्डाल संघनन वाद (Aldol Condensation Theory)—





(ii) हेक्सोज़ संघनन वाद (Hexose Condensation Theory)—

3 Hexose——→Compound with 18 C.——→Stearic acid.

(iii) हेक्सोज़ संघनन बीटा आक्सीकरण वाद (Hexose Condensation β-oxidation theory)

$$3\ \text{Hexose} \longrightarrow \text{Stearic acid} \xrightarrow{\beta\text{-oxidation}} \beta\text{-Keto Stearic acid}$$

$$\beta-\text{Keto stearic acid} \xrightarrow{HOH} \text{Palmitic acid} + \text{Acetic acid}$$

$$\text{Palmitic acid} \longrightarrow \beta\text{-Keto palmitic acid} \xrightarrow{HOH} \text{Myristic acid} + \text{Acetic acid}$$

(iv) क्रोटोनलडिहाइड वाद (Crotonaldehyde theory)—

Carbohydrate——→Pyruvic acid——→Acetaldehyde

Acetaldehyde+Pyruvic acid——→α Ketoglutaric acid ——→Crotonaldehyde

Crotonaldehyde——→Crotonic acid→Butyric acid

(3) Glycerol+3 fatty acids——→Fat or Oils.

प्रोटीन संश्लेषण | ७
(Protein Synthesis)

पौधों में प्रोटीन संश्लेषण दो प्रकार के नाइट्रोजनी (Nitrogenous) यौगिकों द्वारा होता है जो कि निम्न हैं—

(१) ऐमिनो अम्ल (Amino acids)

(२) एमाइड्स (Amides)—ऐस्पराजीन (Asparagine) तथा ग्लूटामीन (Glutamine)

ये पदार्थ पौधों में अकार्बनिक नाइट्रोजन तथा कार्बोहाइड्रेट्स के उपापचयन (metabolism) के उत्पादों (Product) के परस्पर संयोग से बनते हैं। ऐमिन अम्लों तथा एमाइड के संयोग से डाईपेप्टाइड (dipeptide), पोलीपेप्टाइड (Polypeptide), पेप्टोन (Peptone), प्रोटिओज़ेज(Proteoses) तथा अंत में प्रोटीन का निर्माण करते हैं। प्रोटीन संश्लेषण में होने वाली प्रतिक्रियाओं को निम्न वर्गों में विभक्त किया जा सकता है—

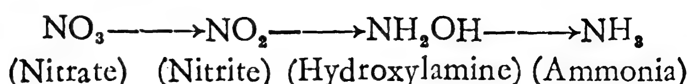
(१) नाइट्रेट ($N\bar{O}_3$) का पौधों द्वारा शोषण तथा अवकरण (Absorption and reduction of Nitrate)—

(२) ऐमिनो अम्लों का संश्लेषण (Synthesis of Amino acids)—

(३) डाई पेप्टाइड का निर्माण (Formation of Dipeptide)

(४) डाईपेप्टाइड से प्रोटीन का निर्माण (Formation of Protin from dipeptide)—

(१) नाइट्रेट ($N\bar{O}_3$) का पौधों द्वारा शोषण तथा अवकरण (Absorption and reduction of $N\bar{O}_3$ by plants)—पौधे अपने मूल रोमों (root hairs) द्वारा भूमि से नाइट्रेट ($N\bar{O}_3$) तथा अमोनियम ($N\overset{+}{H}_4$) आयन्स शोषित करते हैं। इसके पश्चात् नाइट्रेट का अवकरण होता है, यह अवकरण (Reduction) पौधों के अन्य भागों की अपेक्षा पत्तियों में अधिक तेजी से होता है।



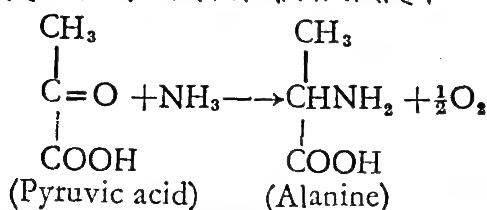
$$NO_3 \longrightarrow NO_2 \longrightarrow NH_2OH \longrightarrow NH_3$$

(Nitrate) (Nitrite) (Hydroxylamine) (Ammonia)

(2) ऐमिनो अम्लों का संश्लेषण (Synthesis of amino acids)—पौधों में लगातार कार्बोहाइड्रेट्स का उपापचयन (metabolism) होता रहता है जिसके कारण बहुत से कार्बनिक अम्ल प्राप्त होते हैं। ये कार्बनिक अम्ल (Organic acids) हाइड्राक्सिल एमीन या अमोनिया से संयोग करके ऐमिनो अम्ल बनाते हैं। कुछ मुख्य कार्बनिक अम्लें (organic acids) निम्न हैं :

(i) पाइरुविक अम्ल (Pyruvic acid)
(ii) आक्ज़ैलो ऐसिटिक अम्ल (Oxalo acetic acid)
(iii) अल्फा कीटो ग्ल्युटैरिक अम्ल (α—Keto glutaric acid)
(iv) फ्युमैरिक अम्ल (Fumaric acid)

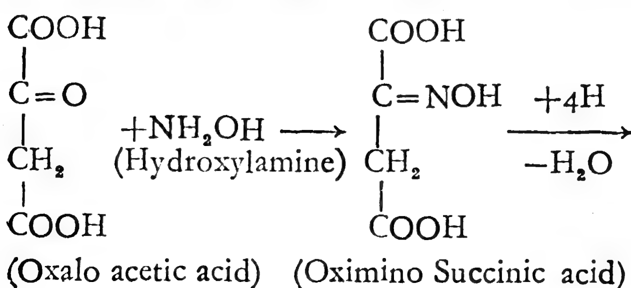
(i) पाइरुविक अम्ल (Pyruvic acid) से ऐमिनो अम्ल का निर्माण—पाइरुविक अम्ल जब अमोनिया से संयोग करता है तो एलानीन (Alanine) बनता है जो कि एक प्रकार का ऐमिनो अम्ल है।



$$CH_3-C(=O)-COOH + NH_3 \longrightarrow CH_3-CHNH_2-COOH + \tfrac{1}{2}O_2$$

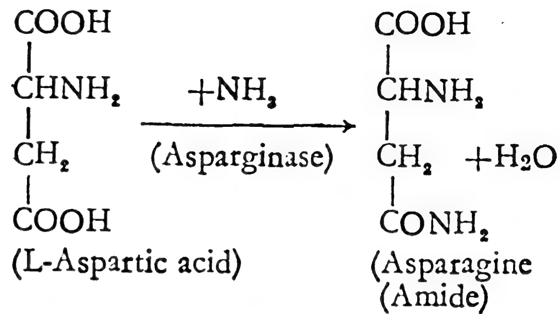
(Pyruvic acid) (Alanine)

(ii) आक्ज़ैलो एसिटिक अम्ल (Oxalo acetic acid) से ऐमिनो अम्ल का निर्माण-आक्ज़ैलों एसिटिक अम्ल से हाइड्राक्सिल एमीन संयोग करके आक्ज़-ऐमिनो सक्सिनिक अम्ल (Oximino succinic acid) बनाता है जो अवकरित (reduce) होकर ऐस्पार्टिक अम्ल में बदलता है। ऐस्पार्टिक अम्ल अमोनिया से संयोग करके ऐस्पराजीन एमाइड बनाता है।



$$COOH-C(=O)-CH_2-COOH + NH_2OH\ \text{(Hydroxylamine)} \longrightarrow COOH-C(=NOH)-CH_2-COOH \xrightarrow[-H_2O]{+4H}$$

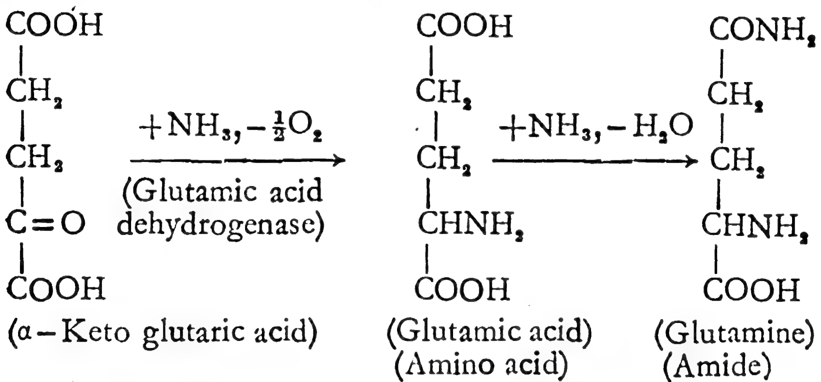
(Oxalo acetic acid) (Oximino Succinic acid)



$$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ CHNH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array} \xrightarrow[\text{(Asparginase)}]{+NH_3} \begin{array}{c} COOH \\ | \\ CHNH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CONH_2 \end{array} + H_2O$$

(L-Aspartic acid) (Asparagine (Amide)

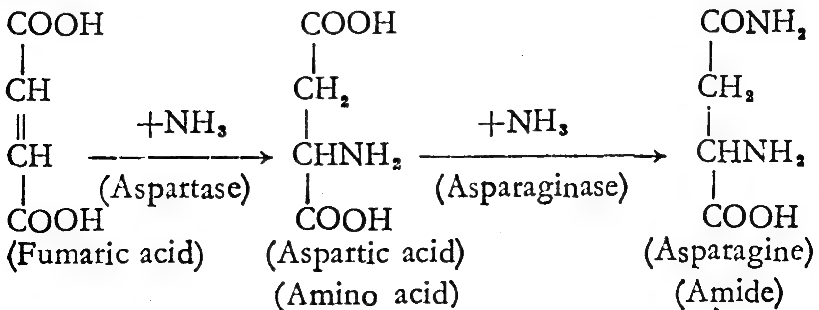
(iii) अल्फा कीटो ग्ल्युटैरिक अम्ल (α—Ketoglutaric acid) से ऐमिनो अम्ल का निर्माण—जब अल्फा कीटो ग्ल्युटैरिक अम्ल से अमोनिया संयोग करती है तो सर्व प्रथम ग्ल्युटैमिक अम्ल (Glutamic acid) तथा अंत में ग्ल्यु-टामीन (Glutamine) एमाइड बनता है :



$$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ C=O \\ | \\ COOH \end{array} \xrightarrow[\text{(Glutamic acid dehydrogenase)}]{+NH_3, -\frac{1}{2}O_2} \begin{array}{c} COOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHNH_2 \\ | \\ COOH \end{array} \xrightarrow{+NH_3, -H_2O} \begin{array}{c} CONH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHNH_2 \\ | \\ COOH \end{array}$$

(α–Keto glutaric acid) (Glutamic acid) (Amino acid) (Glutamine) (Amide)

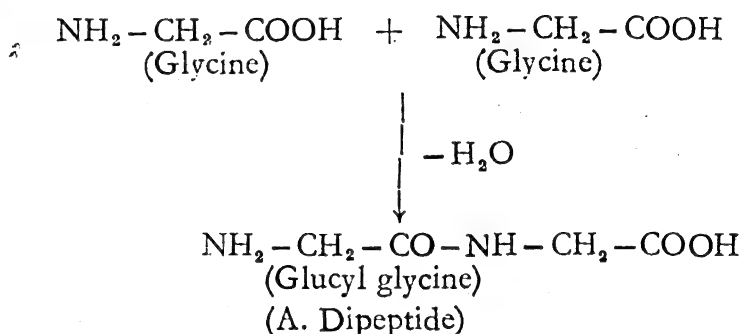
(iv) फ्युमैरिक अम्ल (Fumaric acid) से ऐमिनो एसिड का निर्माण—फ्युमैरिक अम्ल भी अमोनिया से संयोग करके ऐमिनो अम्ल तथा एमाइड बनाती है।



$$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ CH \\ \| \\ CH \\ | \\ COOH \end{array} \xrightarrow[\text{(Aspartase)}]{+NH_3} \begin{array}{c} COOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHNH_2 \\ | \\ COOH \end{array} \xrightarrow[\text{(Asparaginase)}]{+NH_3} \begin{array}{c} CONH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHNH_2 \\ | \\ COOH \end{array}$$

(Fumaric acid) (Aspartic acid) (Amino acid) (Asparagine) (Amide)

(3) डाइपेप्टाइड का निर्माण (Formation of Dipeptide)—ऐमिनो अम्ल व एमाइड में अम्लीय तथा समक्षारीय (Basic) वर्ग रहने के कारण ये एक दूसरे से संयोग करते हैं। यह प्रतिक्रिया ऐमिनो ($-NH_2$) तथा कार्बोक्जेलिक ($-COOH$) के मध्य होती है तथा इनके बीच जो बन्ध (bond) बनता है, उसे पेप्टाइड बन्ध (Peptide bond or Peptide linkage) कहते हैं। उदाहरण के लिए जब दो ग्लाइसीन ऐमिनो अम्ल परस्पर संयोग करते हैं तो ग्लाइसिल ग्लाइसीन बनता है।



$$NH_2-CH_2-COOH \;(\text{Glycine}) + NH_2-CH_2-COOH \;(\text{Glycine})$$

$$\xrightarrow{-H_2O}$$

$$NH_2-CH_2-CO-NH-CH_2-COOH$$

(Glucyl glycine)
(A. Dipeptide)

(4) डाईपेप्टाइड से प्रोटीन का निर्माण (Formation of Protein from dipeptide)—यद्यपि प्रोटीन के निर्माण के बारे में पूर्ण रूप से स्पष्ट नहीं है तो भी यह अनुमान किया जाता है कि डाईपेप्टाइड अनेक ऐमिनो अम्लों से संयोग करके पोली पेप्टाइट, पोली पेप्टाइड से पेप्टोन, पेप्टोन से प्रोटिओज़ेज़ तथा अंत में प्रोटिओज़ेज़ से प्रोटीन प्राप्त होता है। ये सभी प्रतिक्रियायें एन्जाइम के उपस्थित में होती हैं।

Dipeptide→Polypeptide→Peptone→Proteoses→Protein

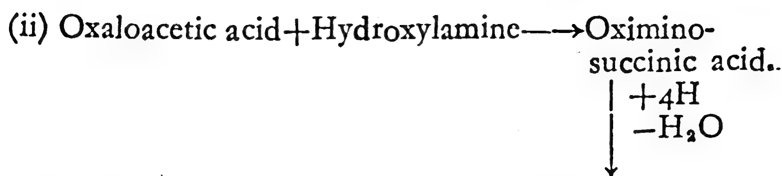
प्रोटीन संश्लेषण का सारांश (Summary of Protein Synthesis)-

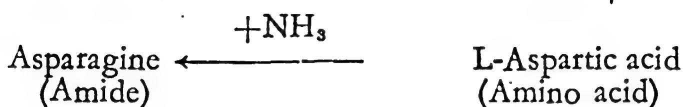
(1) नाइट्रेट का पौधों द्वारा शोषण तथा अवकरण (Absorption and reduction of Nitrate by Plants)—

Nitrate⟶Nitrite⟶Hydroxyl amine⟶Ammonia

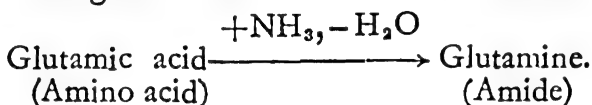
(2) ऐमिनो अम्लों का संश्लेषण (Synthesis of Aminoacids)—भिन्न-भिन्न ऐमिनो अम्ल पौधों के विभिन्न कार्बनिक अम्लों से बनता है।

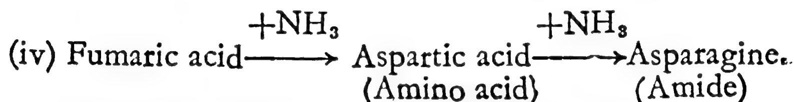
(i) Pyruvic acid+Ammonia⟶Alanine+Oxygen.



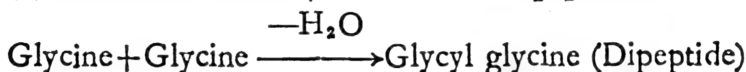








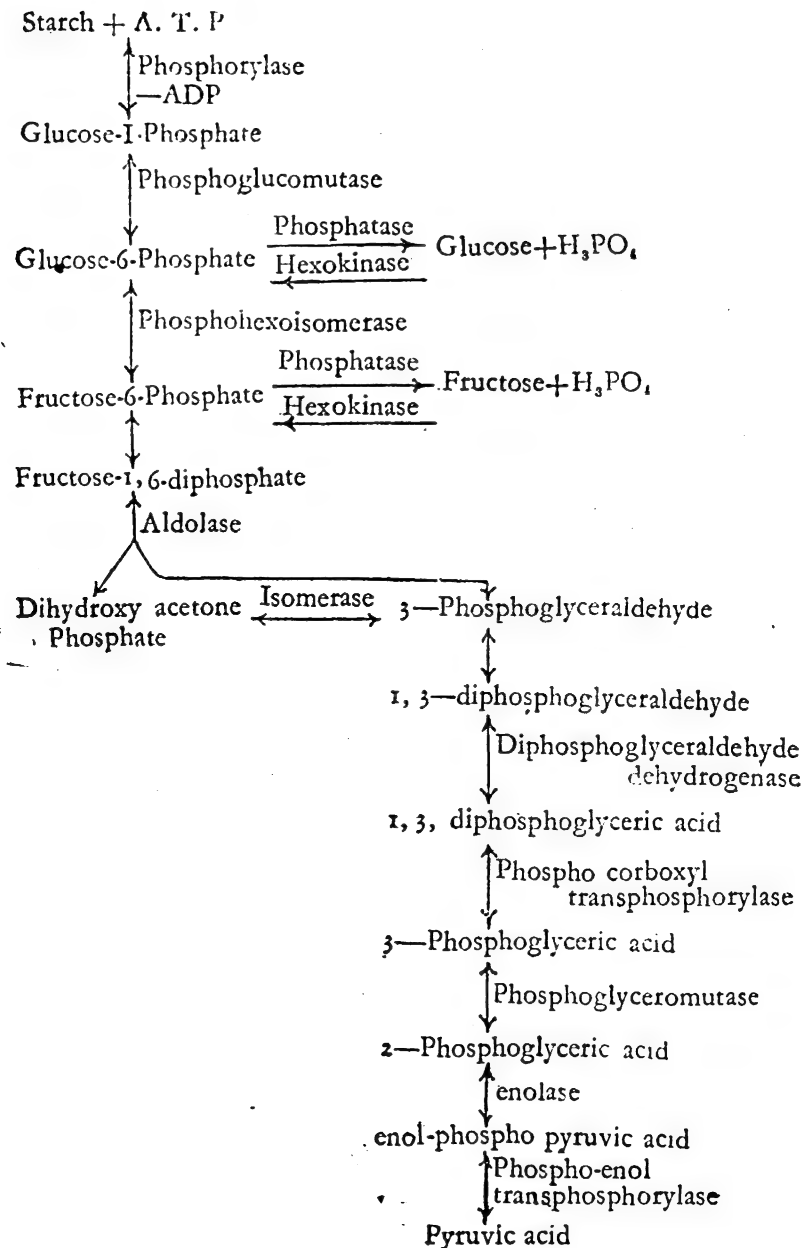
(3) डाईपेप्टाइड का निर्माण (Formation of dipeptide)—



(4) प्रोटीन का निर्माण (Formation of Protein)—



८ | पौधों में कार्बोहाइड्रेट्स का उपापचयन (Carbohydrate metabolism in Plants) तथा क्रेब साइट्रिक अम्ल चक्र (Kreb citric acid Cycle)



Oxalosuccinic Acid ⇄ ($+CO_2$ / $-CO_2$) Pyruvic acid

Cis—aconitic acid ⇄ ($+H_2O$ / Aconitase) Citric Acid

$-2H$
Malic dehydrogenase

$+H_2O$
Aconitase

Malic acid

KREB—CITRIC ACID CYCLE

Iso—citric acid

$+H_2O$
Fumerase

$-2H$
Isocitric dehydrogenase

Fumaric acid

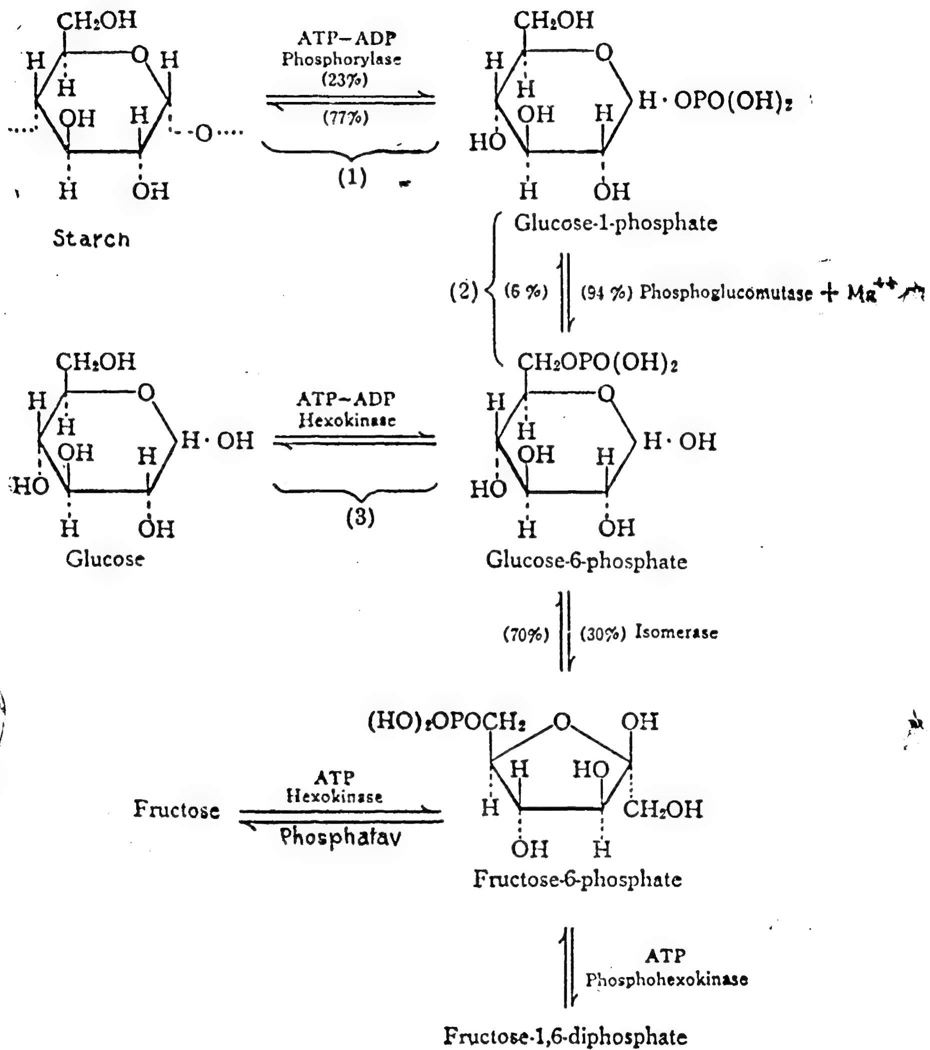
Oxalosuccinic acid

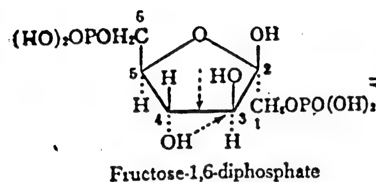
$-2H$
Succinic dehydrogenase

$-CO_2$
Oxalosuccinic decarboxylase

Succinic acid ⇄ ($-2H$, $-CO_2$, $+H_2O$) α–Ketoglutaric acid

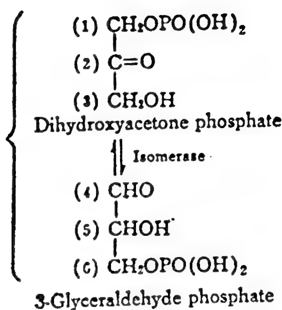
α–Ketoglutaric dehydrogenase


CH₂OH
H
O
H
H
OH
H
O
H
OH
Starch
ATP–ADP
Phosphorylase
(23%)
(77%)
(1)
CH₂OH
H
O
H
H·OPO(OH)₂
OH
H
HO
H
OH
Glucose-1-phosphate
(2)
(6 %)
(94 %) Phosphoglucomutase + Mg++
CH₂OH
H
O
H
H·OH
OH
H
HO
H
OH
Glucose
ATP–ADP
Hexokinase
(3)
CH₂OPO(OH)₂
H
O
H
H·OH
OH
H
HO
H
OH
Glucose-6-phosphate
(70%)
(30%) Isomerase
(HO)₂OPOCH₂
O
OH
H
HO
H
CH₂OH
OH
H
Fructose-6-phosphate
Fructose
ATP
Hexokinase
Phosphatav
ATP
Phosphohexokinase
Fructose-1,6-diphosphate



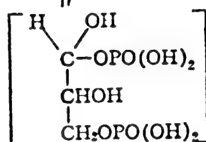
Fructose-1,6-diphosphate

Aldolase

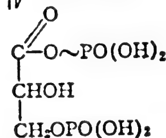


3-Glyceraldehyde phosphate

H_3PO_4
(nonenzymatic)

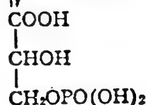


DPN
Phosphoglyceraldehyde
dehydrogenase



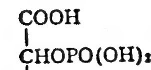
1,3-Diphosphoglyceric acid

ADP
(nonenzymatic)



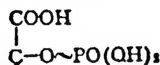
3-Phosphoglyceric acid

Triose
mutase



2-Phosphoglyceric
acid

$-H_2O$
Enolase



Phosphoenol-
pyruvic acid

ADP

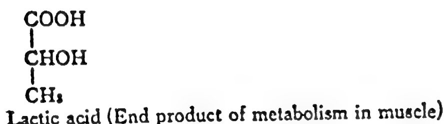
COOH
C=O
CH_3
Pyruvic acid

Carboxylase



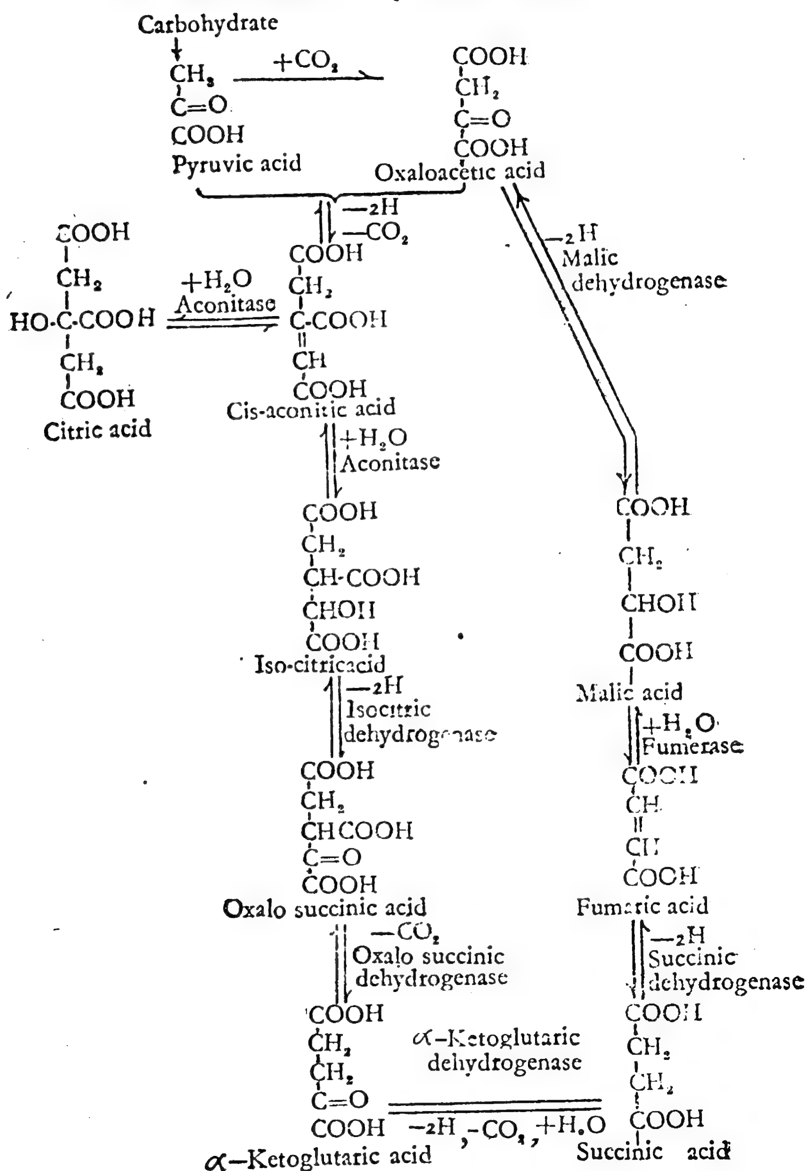
(Termination of alcoholic fermentation)

$DPNH_2$
Lactic dehydrogenase



Lactic acid (End product of metabolism in muscle)

क्रेब चक्र (KREB-CYCLE)



९

प्रकिण्व
(Enzyme)

९

सभी जीवों के अंग सूक्ष्मदर्शी कोशिकाओं (Cells) से बने हैं। कुछ तो केवल एक परन्तु अधिकांश असंख्य कोशिकाओं से मिलकर बने हैं। प्रत्येक कोशिका में प्राण (life) रहता है। इन्हें भोज्य पदार्थों की आवश्यकता होती है जिसके कारण इनमें वृद्धि तथा कोशिका विभाजन (Cell division) होता है, इसके साथ ही भोज्य पदार्थ के उस अंश को जिसे कोशिकायें शोषित नहीं कर पातीं उन्हें उत्सर्जित (excrete) कर देती हैं। भोज्य पदार्थ का वह अंश जो कि कोशिकाओं में रह जाता है वह या एकत्रित हो जाता है या तो टूट कर (Catabolism) कोशिकाओं को जीवित रहने के लिए उर्जा, प्रदान करता है, इस प्रतिक्रिया के लिए आक्सीजन की आवश्यकता पड़ती है तथा कार्बन डाई आक्साइड (CO_2) बाहर निकालते हैं। इसी प्रकार से जीवित कोशिकाओं में बहुत-सी अन्य प्रतिक्रियायें भी होती रहती हैं। ये सभी प्रतिक्रियायें एक वर्ग के पदार्थों द्वारा होती है जो कि प्रत्येक कोशिका में पाया जाता है। ये पदार्थ प्रोटीन प्रकृति के होते हैं। सन् 1878 में W. Kühne ने इस वर्ग का नाम एन्ज़ाइम्स (Enzymes) रक्खा जिसका अर्थ है, "ईस्ट में (In yeast)".

परिभाषा—एन्ज़ाइम्स प्रोटीन उत्प्रेरक (Catalyst) होते हैं जो कि कोशिकाओं के अन्दर या बाहर विशेष प्रकार की क्रियाओं की गति को नियमित (Regulate) करती हैं, तथा कोशिकाओं द्वारा निर्माण होता है।

साधारण गुण (General Properties)—

(1) प्रकृति (Nature)—एन्ज़ाइम्स प्रोटीन की प्रकृति के होते हैं जो कि दो प्रकार के पदार्थों से बने हैं :

(i) प्रोटीन पदार्थ (Protein matter)

(ii) प्रोटीन हीन पदार्थ (Non-protein matter)

एन्ज़ाइम्स जीवित कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न होते हैं, तथा कोशिकाओं के अन्दर तथा बाहर के प्रतिक्रियाओं को बिना स्वयं परिवर्तित हुये उत्प्रेरित (catalyse) करते हैं। इन्हें मणिभ (Crystallize) भी किया जा सकता है।

(2) आवर्त संख्या (Turn over number)—एन्ज़ाइम्स का थोड़ा सा ही अंश रासायनिक प्रतिक्रियाओं में किण्व भोज (Substrate) के अधिक मात्रा को उत्पाद (Product) में परिवर्तित कर देती है।

किसी एन्ज़ाइम के एक अणु द्वारा किण्व भोज का जितना अणु उत्पाद में प्रति मिनट बदलता है, वह संख्या एन्ज़ाइम का आवर्त संख्या (Turnover number) कहलाती है। यह संख्या सौ (100) या कम से लेकर दश लाख (10,00,000) तक रूपान्तरित (Vary) होती है। जो कि एन्ज़ाइम्स की क्रियाशीलता पर निर्भर करती है।

(3) ताप का प्रभाव (Effect of Heat)--जब एन्ज़ाइम्स को अधिक तापक्रम पर गर्म करते हैं तो इनके प्रोटीन में पोलीपेप्टाइड (Polypeptide) की श्रृंखला ऊष्मीय प्रक्षोभ (Thermal agitation) के कारण एक दूसरे से अलग हो जाते हैं तथा कुछ श्रृंखला तो जल विश्लेषक द्वारा टूट जाते हैं जिसके कारण एन्ज़ाइम्स की संरचना (Structure) पूर्ण रूप से विकृत (denature) हो जाता है। ऐसी दशा में पोलीपेप्टाइड की श्रृंखलायें आपस में त्रिकोण (Triangle) बना लेते हैं जो कि पानी में अघुलनशील होते हैं।

प्रत्येक दस डिग्री सेन्टाग्रेड (10°C) तापक्रम की वृद्धि पर एन्जाइम्स की क्रियाशीलता करीब दूनी हो जाती है, जिसे निम्न समीकरण से प्रदर्शित किया जा सकता है।

$$Q_{10} = 2 \text{ (approximately)}$$

एन्ज़ाइम्स 80°C तापक्रम पर अत्यन्त उत्तेजित हो जाते हैं।

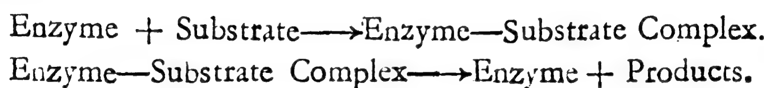
(4) पी-यच का प्रभाव (Effect of pH)—प्रत्येक एन्ज़ाइम की क्रियाशीलता अम्ल तथा क्षार द्वारा प्रभावित होती है। अधिकांश एन्ज़ाइम्स चार पी-यच (4pH) से दस पी-यच (10 pH के अन्दर ही क्रियाशील रहते हैं, परन्तु पेप्सिन (Pepsin) एन्ज़ाइम दो पी-यच (2 pH) पर ही अधिक सक्रिय (active) रहता है। एन्ज़ाइम्स की घुलनशीलता भी पी-यच के ऊपर निर्भर करती है।

(5) सक्रिय केन्द्र (Active Centre)—एन्ज़ाइम द्वारा जब कोई रसायनिक प्रतिक्रिया उत्प्रेरित होती है जो एन्ज़ाइम के धरातल के कुछ ही स्थानों द्वारा होती है जिसे सक्रिय केन्द्र (Active Centres) कहते हैं।

(6) विशिष्टता (Specificity)—प्रत्येक एन्ज़ाइम किसी विशेष प्रकार की प्रतिक्रिया को ही उत्प्रेरित (Catalyse) कर पाती है, जैसे सुक्रेज़ एन्ज़ाइम सुक्रोज़ को ग्लूकोज़ तथा फ्रक्टोज़ में जल-विश्लेषित (Hydrolyse) करती है परन्तु यूरिया के ऊपर

कार्य नहीं कर सकती । एन्ज़ाइम का यह प्रक्रम (mechanism) अभी तक स्पष्ट नहीं है । परन्तु एमिल फिशर (Emil Fisher) का यह मत है कि एन्ज़ाइम का किण्व भोज (Substrate) के ऊपर क्रिया कुंजी तथा ताले (Lock and Key) की भाँति है । कुछ एन्ज़ाइम्स अनेक किण्व भोज के ऊपर (जिनके अणु का परमाणुविक वर्ग एक समान होता है) मास्टर कुंजी (Master Key) की भाँति कार्य करते हैं ।

(7) किण्व भोज के साथ जटिलता (Complexity with the substrate)—जब एन्ज़ाइम का सम्पर्क किण्व भोज से होता है तो यह जटिल पदार्थ बनाती है जो कि टूट कर एन्ज़ाइम तथा उत्पाद (Product) में बदल जाती है ।

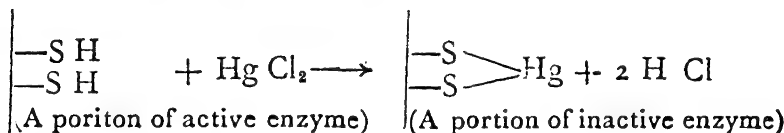


Enzyme + Substrate ⟶ Enzyme—Substrate Complex.

Enzyme—Substrate Complex ⟶ Enzyme + Products.

(8) हिमीकरण, हिम द्रवण तथा विडालन का प्रभाव (Effect of freezing, thawing and stirring)—एन्ज़ाइम की क्रियाशीलता हिमीकरण (Freezing), हिम द्रवण (Thawing) तथा विडालन (Stirring) के द्वारा क्षीण हो जाती है ।

(9) निरोधक का प्रभाव (Effect of inhibitor)—कुछ धातुओं के द्वारा एन्जाइम निष्क्रिय (inactive) हो जाते हैं । ऐसे धातुओं को निरोधक (inhibitor) कहते हैं, जैसे Hg, Ag, As इत्यादि ।



$$\left|\begin{matrix}-SH \\ -SH\end{matrix}\right. + HgCl_2 \longrightarrow \left|\begin{matrix}-S \\ -S\end{matrix}\right.\!\!> Hg + 2\,HCl$$

(A poriton of active enzyme) (A portion of inactive enzyme)

(10) सहएन्ज़ाइम का प्रभाव (Effect of Coenzyme)—एन्ज़ाइम की क्रियाशीलता के लिए कुछ धातुओं की आवश्यकता पड़ती है जिसे सहएन्ज़ाइम कहते हैं । जैसे Mn तथा Mg आयन के उपस्थिति में ल्यूसीन के एमाइड का जलीय विश्लेषण (hydrolysis) ऐमिनो अम्ल तथा अमोनिया में एन्ज़ाइम के द्वारा होता है ।

एन्ज़ाइम्स की क्रियाशीलता पर प्रभाव डालने वाले कारक (Factors affecting enzyme activity)—

(1) तापक्रम (Temperature)

(2) पी-यच (pH)

(3) किण्व भोज की सांद्रता (Concentration of substrate)

(4) एन्जाइम की सांद्रता (Concentration of enzyme)

(5) सक्रिय कारक (Activator)
(6) निरोधक (Inhibitor)
(7) विकीर्ण उर्जा (Radiant energy)

तापक्रम (Temperature)—एन्जाइम्स की क्रियाशीलता तापक्रम की वृद्धि के साथ-साथ कुछ सीमा तक बढ़ती है, परन्तु इसके प्रोटीन प्रकृति के होने के कारण अधिक तापक्रम पर निष्क्रिय होने लगते हैं। अधिकांश एन्जाइम्स के अनुकूलतम तापक्रम (Optimum temperature) 37°C है। पौधों के अधिकांश एन्जाइम्स का अनुकूलतम तापक्रम 40 से 50°C के बीच में रहता है यदि समय को घंटों में नापा जाया, परन्तु इस समय को यदि महीनों में लिया जाय तो अनुकूलतम तापक्रम O से 10°C के बीच में हो जाता है तथा मिनटों में नापने पर यह तापक्रम 60°C से अधिक हो जाता है। O°C पर अधिकांश एन्जाइम्स निष्क्रिय (Inactive) रहते हैं परन्तु वसा तोड़ने वाले एन्जाइम्स −15°C पर सक्रिय (active) रहते हैं, जिसके कारण हिमांक (Freezing point) पर भी वसा पदार्थ के नष्ट हो जाने का भय रहता है। 40°C पर अधिक समय तक गर्म करने से कुछ इन्जाइम्स निष्क्रिय हो जाते हैं। 80°C पर कुछ समय तक गर्म करने पर ही तथा 100°C पर करीब-करीब सभी एन्जाइम्स निष्क्रिय हो जाते हैं।

पी–यच (pH=Hydrogen ions concentration)—प्रत्येक एन्ज़ाइम का अनुकूलतम पी-यच (pH) निश्चित होता है जिसके न्यून या अधिक हो जाने से एन्जाइम्स की क्रियाशीलता कम हो जाती है। यहाँ पर कुछ एन्जाइम्स के अनुकूलतम पी-यच दिये गये हैं।

एन्जाइम (Enzyme)	अनुकूलतम पी-यच (Optimum pH)
पेप्सिन (Pepsin)	1·5 से 2·0 pH
यूरियेज़ (Urease)	6·4 से 6·9 pH
ट्रिप्सिन (Trypsin)	8·0 pH

किण्व भोज की सांद्रता (Concentration of Substrate)—यदि किण्व भोज (Substrate) की सांद्रता इतनी कम है कि सभी एन्जाइम्स को किण्व भोज के अणु प्राप्त नहीं हो पाते, तो उस दशा में प्रतिक्रिया की गति किण्व भोज के अधिक अणु डालने से बढ़ने लगती है। परन्तु जब एन्जाइम्स को किण्व भोज के पूर्ण अणुओं की संख्या प्राप्त हो जाती है तो उस दशा में किण्व भोज की सांद्रता बढ़ाने से प्रतिक्रिया की गति नहीं बढ़ती।

एन्ज़ाइम की सांद्रता (Concentration of Enzyme)—प्रतिक्रियाओं

की गति एन्जाइम के अधिक सांद्रता पर बढ़ जाती है। जबकि किण्व भोज की मात्रा सीमित कारक (limiting factor) नहीं होती।

सक्रिय कारक (Activator)—कुछ ऐसे पदार्थ होते हैं जो कि एन्जाइम को उत्तेजित कर देती हैं। ऐसे पदार्थों को सक्रिय कारक कहते हैं, जैसे—कोबाल्ट (Co), मैंगनीज (Mn), निकल (Ni) तथा मैगनीशियम (Mg) बहुत से एन्ज़ाइम्स को उत्तेजित करते हैं। कैल्शियम (Ca), अल्बुमिन तथा पित्त लवण द्वारा अग्नाशयिक (Pancreatic) लाइपेज (Lipase) तथा क्लोराइड (Cl) द्वारा लार (Saliva) व अग्नाशय का एमाइलेज़ (Amylase) एन्जाइम सक्रिय हो जाता है।

निरोधक (Inhibitor)—जो पदार्थ एन्जाइम्स के सक्रियता को रोक या कम कर देते हैं उसे निरोधक (Inhibitor) कहते हैं। ऐसे पदार्थों को तीन वर्गों में विभक्त किया गया है।

(i) वे निरोधक जो कि किण्व भोज (Substrate) से संयोग कर एन्जाइम को क्रिया न करने के लिए बाध्य कर देती हैं। जैसे—ग्लूकोज जो कि फास्फोरिलेज एन्जाइम का ग्लूकोज – 1 – फास्फेट (G – 1 – P) के ऊपर क्रिया को रोक देती है।

(ii) वे निरोधक जो कि एन्जाइम्स के प्रोटीन अंश से संयोग करके एन्जाइम को निष्क्रिय (Inactive) बना देती हैं। जैसे—नाइट्रस अम्ल (HNO_2) फार्मलडिहाइड (HCHO), आयोडीन (I) तथा आयडोएसिटिक अम्ल (Iodoacetic acid)।

(iii) वे निरोधक जो कि एन्जाइम्स के उस अंश से संयोग करते है जो प्रोटीन प्रकृति के नहीं हैं। जैसे हाइड्रोसायनेक अम्ल (HCN), हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) कार्बन मोनो ऑक्साइड (CO) इत्यादि।

विकीर्ण उर्जा (Radiant Energy)—एन्जाइम्स की सक्रियता न्यून तरंग लम्बाई (Wave length) वाले किरणों द्वारा कम हो जाती हैं, जैसे, रेडियो तरंग (Radio wave), एक्स किरणें (X – rays), परा बैंगनी (Ultra Violet) किरणें।

नामकरण (Nomenclature)—एन्जाइम्स के नाम तीन प्रकार से रक्खे गये हैं, जो कि निम्न हैं—

(1) किण्व भोज (Substrate) के आगे ऐज़ (ase) लगाकर—जिस किण्व भोज पर जो एन्जाइम क्रिया करता हो उस एन्जाइम का नाम किण्व भोज के नाम के आगे ऐज़ (ase) लगाकर रखते हैं, जैसे—सुक्रोज़ (Sucrose) पर क्रिया करने वाले एन्जाइम का नाम सुक्रेज (Sucrase) रक्खा गया है, इसी प्रकार से प्रोटिनेज

(Proteinase), लाइपेज़ (Lipase) इत्यादि क्रमशः सुक्रोज़ (Sucrose), प्रोटीन (Protein) तथा लाइपिड (Lipid) के ऊपर क्रिया करते हैं ।

(2) प्रतिक्रिया के प्रकार के आगे ऐज़ लगाकर—जैसे आक्सीकरण प्रतिक्रिया कराने वाले एन्जाइम्स का नाम आक्सिडेज़ेज़ (Oxidases) है इसी प्रकार म्यूटेशन (Mutation) डिहाइड्रोजिनेशन (dehydrogenation) कार्बोक्सिलेशन (Carboxylation) इत्यादि प्रकार की प्रतिक्रियाओं को कराने वाले एन्जाइम्स को क्रमशः म्यूटेज़ (Mutase) 'डीहाइड्रोजिनेज़ (dehydrogenase) तथा कार्बोक्सिलेज़ (Carboxylase) कहते हैं अर्थात् ये एन्जाइम्स क्रमशः किण्व भागों का आक्सीकरण, म्यूटेशन, डी-हाइड्रोजिनेशन तथा कार्बोक्सिलेशन कराते हैं ।

(3) एन्जाइम के स्रोत (Source) का नाम प्रयोग करके तथा किण्व भोज के आगे ऐज़ (ase) लगा कर—जब एक ही प्रकार का एन्जाइम भिन्न स्रोतों से प्राप्त होता है, तो उस दशा में किण्व भोज (Substrate) के आगे ऐज (ase) तथा पूर्व स्रोत का नाम लिख कर उस एन्जाइम का नाम रक्खा जाता है जैसे लार ग्रन्थि (Salivary gland) तथा अग्न्याशय ग्रन्थि (Pancreatic gland) से उत्पन्न होने वाले एन्जाइम्स जो कि स्टार्च पर क्रिया करते हैं उन्हें क्रमशः लार एमाइलेज़ (Salivary Amylase) तथा अग्न्याशय एमाइलेज़ (Pancreatic amylase) कहते हैं ।

(4) अव्यवस्थित नामकरण (Unsystematic nomenclature)—यह नामकरण बिना किसी सिद्धान्त के किया गया है । जैसे—पेप्सिन (Pepsin), ट्रिप्सिन (Trypsin), रेनिन (Renin) इत्यादि ।

एन्ज़ाइम्स के अंग (Components of Enzymes)—अधिकांश एन्जाइम्स सरल प्रोटीनों (Simple Proteins) से बने हैं, परन्तु कुछ एन्जाइम्स में प्रोटीन पदार्थ के साथ प्रोटीन हीन (non-Protein) भाग जिसे सहएन्जाइम (Co-enzyme) कहते हैं, भी जुड़े रहते हैं । पूरे संहति (System) को एन्जाइम संहति (Enzyme system) या होलो एन्जाइम (Holoenzyme) कहते हैं ।

Enzyme System (1) Protein Part (Apo-enzyme)
(2) Non Protein Part (Co-enzyme)

वर्गीकरण (Classification)—एन्जाइम्स का निर्माण कोशिकाओं में होता है, जिनमें से कुछ तो कोशिकाओं के अंदर ही रहते है तथा कुछ बाहर निकल कर क्रिया करते हैं । अन्दर रहने वाले एन्ज़ाइम्स को एन्डो एन्जाइम्स (Endoenzymes) तथा बाहर उत्सर्जित होने वाले एन्ज़ाइम्स को एक्सो एन्ज़ाइम्स (Exoenzymes) कहते हैं । सभी एन्ज़ाइम्स को चार बड़े वर्गों में विभक्त किया गया है ।

I. वे एन्ज़ाइम्स जो प्रकिण्व भोज में पानी जोड़ती हैं, या उनमें से पानी निकालती हैं।

II. वे एन्ज़ाइम्स जो प्रकिण्व भोज में आक्सीजन जोड़ती हैं, या उनमें से हाइड्रोजन निकालती हैं।

III. वे एन्ज़ाइम्स जो प्रकिण्व भोज में फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) जोड़ती हैं या उनमें से फास्फोरिक अम्ल निकालते हैं!

IV. वे एन्जाइम्स जो प्रकिण्व भोज के कार्बन परमाणुओं के मध्य के बन्धों को तोड़ते हैं!

I वे एन्जाइम्स जो प्रकिण्व भोज में पानी जोड़ते हैं या उसमें से पानी निकालते हैं। ऐसे एन्जाइम्स को दो वर्गों में विभक्त किया गया है—

A हाइड्रोलेजेज़ (Hydrclases) B—हाइड्रेजेज़ (Hydrases)

A. Hydrolases

1—ईस्टरेजेज़ (Esterases)—ये ईस्टर बन्ध का जलीय विश्लेषण करते हैं।

a. लाइपेज़ (Lipase)—यह एन्जाइम वसा को वसीय अम्लों तथा ग्लिसराल में जल-विश्लेषित (Hydrolyse) करती हैं। जैसे—

(i) अग्न्याशय लाइपेज़ (Pancreatic Lipase)।

(ii) अनेक पादक लाइपेजेज़ (Many Plant Lipases)।

b. फास्फैटेजेज़ (Phosphatases)—ये फास्फोरिक अम्ल के ईस्टर का जलीय विश्लेषण करते हैं।

c. पाइरो फास्फैटेजेज़ (Pyro phosphatases)—ये पाइरोफास्फेट के बन्ध का जलीय-विश्लेषण करते हैं।

d. न्यूक्लियेजेज (Nucleases)—ये न्यूक्लिइक अम्ल (Nucleic acid) का डिपोली मेराइजेशन (depolymerization) करके न्यूक्लियोटाइड में परिवर्तित करते हैं।

2. कार्बोहाइड्रेजेज़ (Carbohydrases)—ये ग्लूकोसयडिक बन्धों (glucosidic linkages) का जलीय विश्लेषण करते हैं।

a. ग्लूकोसायडेजेज़ (Glucosidases)—ये साधारण ग्लूको सायड्स (glucosides) तथा ओलिगो सैक्राइड का जलीय विश्लेषण करते हैं, जैसे—

(i) इन्वर्टेज़ (Invertase)—यह सुक्रोज़ का जलीय विश्लेषण करते हैं।

(ii) लैक्टेज (Lactase)—यह लैक्टोज़ का जलीय विश्लेषण करते हैं।

b. पोली सैक्राईडेजेज (Poly saccharidases)—ये पोली सेक्राइड्स का जलीय-विश्लेषण करते हैं, जैसे—

(i) अल्फा एमाइलेज् (α-amylase)—यह स्टार्च का जलीय-विश्लेषण करती है।

(ii) बीटा-एमाइलेज् (β-amylase)—यह भी स्टार्च का जलीय विश्लेषण करती है।

3. प्रोटियेजेज् (Proteases)—ये प्रोटीन तथा पेप्टाइड्स का जलीय विश्लेषण करके पेप्टाइड बन्ध तोड़ देते हैं।

a—पेप्टाइडेजेज् (Peptidases).

(i) कार्बोक्जी पेप्टाइडेजेज् (Carboxy peptidases) जैसे—ऐमिनो ट्राई-पेप्टाइडेज् (amino tripeptidase).

(ii) एमिनो पेप्टाइडेजेज (Amino peptidases)

(iii) डाईपेप्टाइडेजेज् (Dipeptidases) जैसे—ग्लाइसिल ग्लाइसीन डाई-पेप्टाइडेज (glycyl glycine peptidase).

b. प्रोटिनेजेज् (Proteinases)—ये प्रोटीन तथा पेप्टाइड्स का जलीय विश्लेषण करते हैं। जैसे—

(i) पेप्सिन (Pepsin)
(ii) ट्रिप्सिन (Trypsin)
(iii) काइमोट्रिप्सिन (Chymotrypsin)
(iv) रेनिन (Renin)

C. एमाइलेजेज् (Amylases)

(i) ऐस्पराजिनेज् (Asparaginase)
(ii) ग्लूटामिनेज् (Glutaminase)
(iii) यूरियेज (Urease)
(iv) हिस्टिडेज (Histidase)

d. एमिनेजेज् (Aminases)

1. न्यूक्लिन डी एमिनेज (Nuclein deaminase)

(i) एडिनेज़् (Adenase)
(ii) एडिनोसीन डिस एमिनेज् (Adenosine desaminase)
(iii) एडिनिलिक अम्ल डिसएमिनेज् (Adenylic acid desaminase)

2. अन्य एमिनेजेज् (Other aminases)

(i) आर्जिनेज् (Arginase)

(ii) ऐस्पार्टेज् (Aspartase)

B. हाइड्रेजेज् (Hydrases)

(i) फ्यूमरेज् (Fumerase)

(ii) एकोनिटेज् (Aconitase)

(iii) इनोलेज् (Enolase)

(iv) ग्लाइआग्जलेज् (Glyoxalase)

II. वे एन्जाइम्स जो प्रकिण्व भोज में आक्सीजन (O_2) जोड़ते हैं या उसमें से हाइड्रोजन (H_2) निकालते हैं।

A—आक्सिडेजेज् (Oxidases)

1. आयरन आक्सिडेजेज् (Iron Oxidases)

(i) कैटालेज् (Catalase)

(ii) पर आक्सिडेज् (Peroxidase)

(iii) साइटोक्रोम आक्सिडेज् (Cytochrome oxidase)

(iv) साइटोक्रोम परआक्सिडेज् (Cytochrome Peroxidase)

2. कापर आक्सिडेजेज् (Copper Oxidases)

(i) टाइरोसिनेज् (Tyrosinase)

(ii) लैक्केज् (Laccase)

(iii) ऐस्कार्बिक अम्ल आक्सिडेज् (Ascorbic acid oxidase)

B—डीहाइड्रोजिनेजेज् (Dehydrogenases)

1. फ्लैवोप्रोटीन (Flavoproteins)—इसमें राइवोफ्लैविन (rivoflavin) रहता है।

(i) पीला एन्जाइम (Yellow enzyme)

(ii) डी-एमिनो अम्ल आक्सिडेज् (D-amino acid oxidase)

(iii) एल-एमिनो अम्ल आक्सिडेज् (L-amino acid oxidase)

2. डी हाइड्रोजिनेज् (Dehydrogenase)—इसमें सहएन्ज़ाइम I तथा II रहता है।

(i) ग्लूकोज् डी हाइड्रोजिनेज् (Glucose dehydrogenase)

(ii) हेक्सोज-सिक्स-फास्फेट डीहाइड्रोजिनेज (Hexose-6-Phosphate dehydrogenase)
(iii) एल्कोहल डीहाइड्रोजिनेज (Alcohol dehydrogenase)
(iv) ग्लूटैमिक डीहाइड्रोजिनेज (Glutamic dehydrogenase)
(v) मैलिक डीहाइड्रोजिनेज (Malic dehydrogenase)
(vi) लेक्टिक डीहाइड्रोजिनेज़ (Lactic dehydrogenase)
(vii) आइसो साइट्रिक डी हाइड्रोजिनेज (Iso citric dehydrogenase)
(viii) ग्लिसरो फास्फेट डीहाइड्रोजिनेज़ (Glycero phosphate dehydrogenase)

3. वे डीहाइड्रोजिनेजेज जो साइटोक्रोम को एलेक्ट्रान्स स्थानान्तर (transfer) करते हैं।

(i) सक्सीनिक डीहाइड्रोजिनेज़ (Succinic dehydrogenase)
(ii) फार्मिक डीहाइड्रोजिनेज़ (Formic dehydrogenase)

III. वे एन्जाइम्स जो प्रकिण्व भोज (Substrate) में फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) जोड़ते हैं, या उसमें से फास्फोरिक अम्ल निकालते हैं।

1. फास्फोरिलेजेज (Phosphorylases)

(i) अल्फा ग्लूकोजन फास्फोरिलेज (α-glucosan phosphorylase)
(ii) सुक्रोज फास्फोरिलेज (Sucrose Phosphorylase)

2. ट्रान्स फास्फोरिलेजेज (Trans phosphorylases)—

(i) फास्फो इनाल ट्रान्स फास्फोरिलेज़ (Phospho enol-trans phosphorylase)
(ii) फास्फो ग्वानिडीन ट्रान्स फास्फोरिलेज (Phospho guanidine trans phosphorylase)

3. फास्फो म्यूटेजेज (Phospho mutases)—

(i) फास्फो ग्लूको म्यूटेज (Phospho gluco mutase)

IV. वे एन्ज़ाइम्स जो कार्बन परमाणुओं के मध्य के बन्धों को तोड़ते हैं।

1. कार्बोग्जिलेजेज तथा डी कार्बोग्जिलेजेज (Carboxylases and de Carboxylases)

(i) बैक्टीरियल डी कार्बोग्जिलेज (Bacterial decarboxylase)
(ii) कार्बोनिक एनहाइड्रेज (Carbonic anhydrase)
(iii) पाइरूविक डीहाइड्रोजिनेज (Pyruvic dehydrogenase)

2. वे एन्जाइम्स जो न तो प्रकिण्व भोज (Substrate) का कार्बोग्जीकरण (Carboxylation) करते हैं और न तो डीकार्बोग्जी करण (decarboxylation) ही करते हैं।

(i) एल्डोलेज (Aldolase)
(ii) ट्रांजैमिनेज (Transaminase)
(iii) थायमिनेज (Thiaminase)
(iv) कार्बोनिक एनहाइड्रेज (Carbonic anhydrase)

१० | विटामिन्स (Vitamins)

विटामिन का इतिहास—

हिप्पोक्रेट्स (Hippocrates 460 – 370 B. C.) ने सर्वप्रथम पशुओं के भोजन के महत्व को बताया। इनका यह मत था कि भोजन में कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, खनिज पदार्थ तथा पानी के अतिरिक्त कोई ऐसा भी रसायनिक पदार्थ है जो कि जीवन, स्वास्थ्य तथा वृद्धि के लिए अनिवार्य है।

कैप्टेन कैस्टर (Captain Caster) का मित्र जब अस्वस्थ था तो उन्होंने उसके भोजन में परिवर्तन किया और यह देखा कि उसका मित्र फिर स्वस्थ हो गया जिससे यह परिणाम निकाला कि यह अस्वस्थता भोजन में किसी पदार्थ की कमी के कारण था।

मैगेन्डी (Magendie-1816) ने पशुओं को प्रयोगात्मक दृष्टिकोण से शुद्ध भोजन (Purified focd) का स्वास्थ के ऊपर प्रभाव को देखने के लिये खिलाया तथा यह देखा कि पशु अस्वस्थ हो गये। पैसठ (65) वर्ष पश्चात ल्यूनिन (Lunin) भी इसी निष्कर्ष पर पहुँचा था।

जेम्स लिन्ड (James Lind-1757) ने यह बताया कि ताजे फल व सब्जियाँ ही शरीर को स्कर्वी (Scurvy) रोग से बचा सकती हैं। इसके पचास ही वर्ष पश्चात अँग्रेजी नेवी ने अपनी समुद्री सिपाहियों को नीबू के रस को नियमित रूप से खिलाना आरम्भ किया जिसके कारण उनके रोग दूर हो गये।

स्क्यूटली (Scutely-1824) ने सर्वप्रथम रिकेट (ricket) रोग में काड लिवर तेल (Cod liver oil) खिलाया और इस रोग को ठीक होते हुये पाया।

डा० विलियम वेमान्ट तथा डा० विलियम प्राउट (Dr. William Baeumont and Dr. Willium Prout-1834) इन दोनों वैज्ञानिकों ने यह बताया कि भोज्य पदार्थों में एक प्रकार का रसायनिक पदार्थ होना चाहिये जो कि जीवन एवं वृद्धि के लिए अति अनिवार्य है इस आवश्यक पोषक पदार्थ का नाम [illegible] (Aliment) रक्खा।

ल्यूनिन (Lunin-1881)—ने यह घोषित किया कि चुहियों को अकार्बनिक लवण, प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट तथा वसा खिलाने से उनकी असमान वृद्धि होने लगती है, परन्तु दूध की थोड़ी सी मात्रा खिलाने से ही सामान्य वृद्धि होने लगती है। 1906 ई० में एफ० जी० हाप्किन्स (F. G. Hopkins) ने ऐसे पदार्थों का नाम उपसाधक......कारक (accessary factor) रक्खा।

टकाकी (Takaki-1887) ने यह प्रमाणित किया कि भोजन में मिल्ड चावल (Milled rice) की मात्रा को कम तथा मांस, सब्जी तथा दूध की मात्रा को बढ़ा देने से बेरीबेरी (Beriberi) रोग ठीक होने लगता है। इसी के दस वर्ष पश्चात इज्कमन (Eijkman-1897) ने यह देखा कि कुक्कुटों को मिल्ड चावल खिलाने से उनमें बेरीबेरी के सदृश्य रोग उत्पन्न हो जाता है।

एफ० जी० हाप्किन्स (F. G. Hopkins-1906) ने यह बताया कि पशु के आवश्यक पोषक पदार्थों में कुछ अज्ञात तथा कम मात्रीय कारक (unknown minimal quantitative factor) का भी रहना आवश्यक है जो कि पशु तथा पौधों के ऊतियों (tissues) में उपस्थित रहते हैं। इन पदार्थों की अनुपस्थिति में स्कर्वी (Scurvy) तथा रिकेट (ricket) रोग उत्पन्न हो जाता है। इसी के छः वर्ष पश्चात हाप्किन्स (Hopkins) ने यह प्रस्तुत किया कि प्राकृतिक पदार्थों में एक्सेसरी कारक (Accessary factor) पाया जाता है, जिसके कारण प्रोटीन, वसा, कार्बोहाइड्रेट तथा अकार्बनिक लवण खाने से वृद्धि होने लगती है।

कैसिमीर फंक (Casimir Funk-1912)—ने चावल की भूसी से रवेदार पदार्थ प्राप्त किया, जिसमें चावल के भूसी की सत के समान आरोग्यकर (Curative) गुण था। इस रवेदार पदार्थ में कार्बन (C), हाइड्रोजन (H), आक्सीजन (O) तथा नाइट्रोजन (N) तत्वों की उपस्थिति पाई गई। चूँकि यह समाक्षार (basic) प्रकृति का था इसलिये इसका नाम विटामिन्स (Vitamines) रक्खा गया। इसके पश्चात इसमें से "e" अक्षर निकाल दिया गया जिससे कि पौधों के अल्कल्वायड (Alkaloid) जैसे मार्फीन (Morphine) तथा स्ट्रिचाइन (Strychine) से संदिग्धता उत्पन्न न होने पाये और इस प्रकार इसका नाम विटामिन (Vitamin) हो गया।

ओस्बार्न तथा मेण्डेल (Osborne and Mendel-1913) ने बताया कि जब पशुओं को वसाहीन भोजन दिया जाता है, तो चक्षु रोग का गुण उत्पन्न होने लगता है। इसके पश्चात विटामिन ए (Vitamin A) का मनुष्य के जेरोफ्थैल्मिया (Xerophthalmia) तथा रतौंधी (nyctalopia) रोगों से सम्बन्ध शीघ्र ह[ी] मान्य हो गया।

मैकूकालम तथा डैविस (McCollum and Davis-1913) ने वसा घुलनशील अनिवार्य पोषक कारक के सम्बन्ध में बताया और कहा कि ये मक्खन तथा अण्डपीत (egg yolk) में पाया जाता है। इसके दो ही वर्षों के पश्चात एक पानी मे घुलनशील तथा ताप से नष्ट हो जाने वाला कारक प्राप्त हुआ जिसका नाम क्रमशः वसाघुलनशील तथा वसाअघुलनशील विटामिन पड़ा।

ड्रूम्मान्ड (Drummond-1920) ने बताया कि इन उपसाधक कारक (accessory Factor) में सभी एमीन्स (amines) नहीं पाये जाते।

इसके पश्चात बहुत से भोजन कारकों (dietary factors) की खोज हुई जिनमें से कुछ निम्न हैं :

विटामिन	खोज	विटामिन	खोज
A	1931	K	1939
C	1933	B_{12}	1948
B_2	1935	Biotin	1935
B_1	1936	Pantothenic acid	1938
D	1936	Inositol	1940
E	1936		

परिभाषा—विटामिन्स कार्बनिक यौगिक हैं जो कि पोषक (Nutritive matter) पदार्थों का आवश्यक अंश है परन्तु शरीर के साधारण रूप से कार्य करने के लिए थोड़ी ही मात्रा में आवश्यक होती हैं।

वर्गीकरण—विटामिन्स को उनके घुलनशीलता के आधार पर दो वर्गों में विभक्त किया गया है।

(1) वसा घुलनशील (Fat soluble)—विटामिन A, D, E तथा K

(2) जल घुलनशील (Water soluble)—विटामिन B_1, B_2, C इत्यादि।

विटामिन्स का संक्षिप्त विवरण (Summary of Vitamins)

विटामिन्स के संकेत	रसायनिक नाम	कार्य
A (A_1 तथा A_2)	सक्रिय कैरोटीन (activated carotene)	
B_1	थायमीन तथा एन्यूरीन (Thiamine and aneurin)	
B_2 या G	राइवोफ्लैविन (Rivoflavin)	
B_6	पाइरिडॉक्सिन (Pyridoxin)	

P-P	निकोटिनिक अम्ल (Nicotinic acid)
B_{12}	सायनोकोबालामिन (cyanocobalamin)
C	एस्कर्बिक अम्ल (Ascorbic acid)
D_2	कैल्सीफेरोल (Calciferol)
D_3	7-डीहाइड्रोकोलेस्टेरोल (7-del.ydrocholesterol)
E	अल्फा टोकोफेराल (α-Tocoferol)
Filtrate factor	पैन्टोथेनिक अम्ल (Pantothenic acid)
K (K_1 तथा K_2)	सब्सिट्यूटेड 1,4 नैफ्थाक्यूनोन (Substiluted 1,4. naphthaquinone)
P	साइट्रिन (Citrin)
Parabenzoic acid	पैराबेन्जोइक अम्ल
Choline	कोलीन
M या Folic acid	फोलिक अम्ल
H या Biotin	बयोटिन
Inositol	इनासिटोल

विटामिन B जटिल (Vitamin B complex)—इस वर्ग में बहुत से विटामिन आते हैं जो कि निम्न हैं :

(1) थायमीन (Thiamin)
(2) राइबोफ्लैविन (Riboflavin)
(3) पाइरिडाक्सिन (Pyridoxin)
(4) निकोटिनिक अम्ल (Nicotinic acid)
(5) पैन्टो थेनिक अम्ल (Pantothenic acid)
(6) फोलिक अम्ल (Folic acid)
(7) बायोटिन (Biotin)
(8) सायनो कोबालामीन (Cvanocobalamine)
(9) पैरा-एमिनो बेन्जोइक अम्ल (paramino benzoic acid)
(10) इनासिटाल (Insitol)

विटामिन A (Vitamin A)

इतिहास (History)—सर्वप्रथम ओस्बार्न (Osborne) तथा मेण्डेल (Mendel) ने 1912-1913 ई० में यह बताया कि जब चूहों को सुअर की चर्बी

(Lard) या जैतून का तेल (Olive Oil) लाइपिड के रूप खिलाया जाता है तो उनके आँखों में शुष्क अक्षिपाक (Xerophthalmia) रोग उत्पन्न हो जाता है परन्तु थोड़ा-सा काड मछली का तेल (Cod liver oil) खिलाने से यह रोग दूर हो जाता है । इसके पश्चात ही मैक्कालम (McCollum) ने यह मालूम किया कि मक्खन स्नेह (Butter fat), काड मछली का तेल या अंड पीत (egg yolk) खिलाने से पशुओं में वृद्धि होने लगती है । इस प्रयोग के बाद इन्होंने मक्खन स्नेह (Butter fat)को साबुनीकरण करके प्राप्त ग्लिसराल तथा साबुन के साथ जैतून का तेल मिलाया तथा ईथर द्वारा अलग किया और यह देखा कि जैतून का तेल ऐसी दशा में वृद्धि करने लगता है । इस प्रयोग से यह निष्कर्ष निकला कि कोई ऐसा पदार्थ अवश्य ही है जो कि मक्खन स्नेह से जैतून के तेल में आ गया जिसके कारण जैतून के तेल में भी वृद्धि करने की क्षमता आ जाती है इसका नाम वृद्धिकारक (Growth factor) रक्खा गया । यह कारक वसा पदार्थों में घुलनशील होता है । इसके कुछ वर्षों के पश्चात स्टीनबाक (Steen Bock) ने प्रकृतिक पदार्थों में वसा घुलनशील (Fat Soluble) बीटा कैरोटीन (β-Carotene) की उपस्थिति देखी जो कि विटामिन A की ही भाँति चूहों की वृद्धि में कार्य करती है । मूर (Moore) ने 1929 ई० में यह बताया कि जब चूहों को (जिनमें विटामिन A की कमी थी) बीटा कैरोटीन खिलाया जाता है तो उनमें केवल वृद्धि नहीं वरन् उनके प्रकृति में रंगहीन विटामिन A भी एकत्रित होने लगता है । विटामिन A का यह गुण अल्फा (α), बीटा (β) तथा गामा (γ) कैरोटीन के अतिरिक्त क्रिप्टोज़ैन्थिन (Cryptoxanthin) में भी पाई जाती है । सन् 1937 में सर्वप्रथम हाल्मस (Holmes) ने मछली के तेल से शुद्ध विटामिन A प्राप्त किया था ।

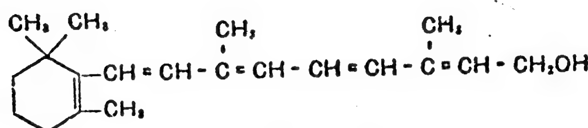
विटामिन A की केमेस्ट्री (Chemistry of Vitamin A)—(1) यह एक एल्कोहल है जो कि वसीय अम्लों से संयोग करके ईस्टर बनाता है । विटामिन A का अधिकांश भाग स्तनधारियों (mammals) तथा मछलियों के यकृति में ईस्टर के रूप में रहता है । पौधों में विटामिन A का गुण कैरोटिन्वायड (Carotenoid) पदार्थ के कारण होता ।

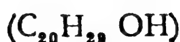
(2) विटामिन A को जब आक्सीकृत (Oxidise) किया जाता है तो इसका जैव मूल्य (biological value) नष्ट हो जाता है । इस विटामिन को वायु मण्डलीय आक्सीकरण से प्रति आक्सीकारक (anti oxidant) के प्रयोग द्वारा रोका जा सकता है जैसे—हाइड्रोक्यूनोन (Hydroquinone) तथा विटामिन E ।

(3) यह ऐन्टीमनी क्लोराइड ($SbCl_3$) से संयोग करके एक तीव्र नीले रंग का यौगिक बनाता है जिसका अधिकतम शोषण 620 mμ होता है, परन्तु बीटा कैरोटीन का अधिकतम शोषण 590 mμ पर होता है। इस क्रिया की सहायता से इन पदार्थों का पता लगाते हैं।

(4) कैरोटीन में विटामिन A का गुण नहीं पाया जाता, परन्तु जब इसका जलीय विश्लेषण होता है तो इसका अणु विटामिन A के अणुओं में टूट जाता है। बीटा कैरोटीन के प्रत्येक अणु के जलीय विश्लेषण से विटामिन A का दो अणु परन्तु अल्फा, गामा कैरोटीन तथा क्रिप्टोजैन्थीन के जलीय विश्लेषण से विटामिन A का एक-एक अणु ही प्राप्त होता है क्योंकि इनके दो वलयों (rings) में एक तो विटामिन A के वलय से संरचना में समान तथा दूसरा भिन्न है। आधुनिक अनुसंधानों (Researches) से यह मालूम हुआ है कि बीटा कैरोटीन के जलीय विश्लेषण से विटामिन A के जो दो अणु प्राप्त होते हैं उनमें से एक सक्रिय (active) तथा दूसरा निष्क्रय (Inactive) होता है।

(5) विटामिन A एक अर्ध-बीटा-कैरोटिनाल (Semi-β-Carotenol) है जो कि एक बीटा आयोनोन वलय (β-ionone ring) तथा आधे मिथिलीकृत पोलीईन शृंखला (Methylated Polyene chain) से मिल कर बना है जिसमें चार द्विबन्ध (double bonds) पाये जाते हैं। विटामिन A का सूत्र $C_{20}\ H_{29}\ OH$ है।

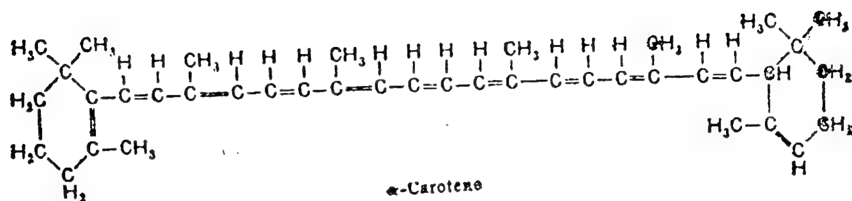




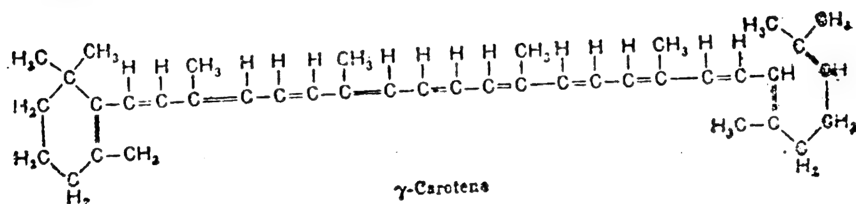
($C_{20}H_{29}\ OH$)
(Semi-β-Carotenol)

कैरोटीन का सूत्र $C_{40}\ H_{56}$ हैं, यह दो आयोनोन वलय (Ionone rings) तथा एक असंतृप्त मिथिलीकृत पोलीईन शृंखला (unsaturated methylated Polyene chain) से मिल कर बना है। इस शृंखला में नौ द्विबन्ध पाये जाते हैं।

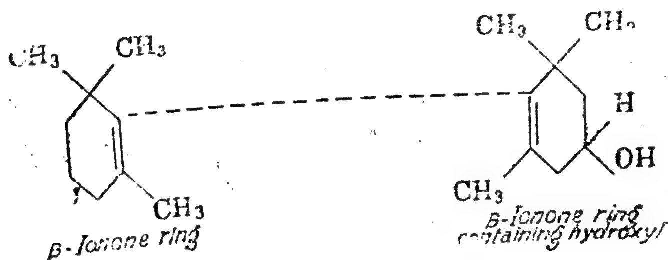
β-Carotene



α-Carotene



γ-Carotene

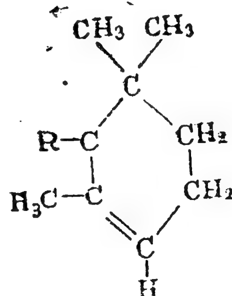


β-Ionone ring

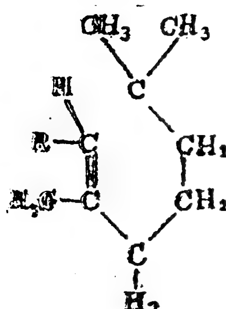
β-Ionone ring containing hydroxyl

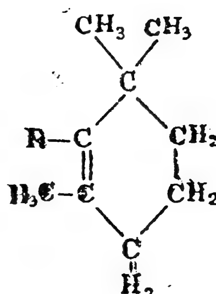
आयोनोन वलय (Ionone rings)—

β-Ionone



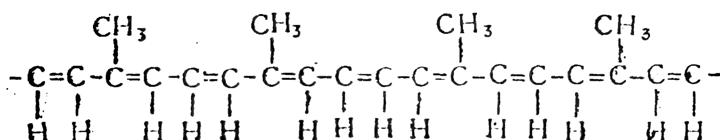
(α—Inone)



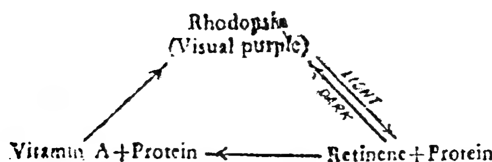


(γ—Ionone) (β—Ionone containing OH Group)

पोलीईन श्रृंखला (Polyene chain)—



विटामिन A के कार्य (Function of Vitamin A)—(1) विटामिन A प्रोटीन के साथ संयोग करके एक पिगमेंट बनाता है जिसे रोडाप्सिन (Rhodopsin) कहते हैं। यह पिगमेंट प्रकाश ऊर्जा (light energy) को तंत्रिका आवेग (Nerve impulse) में बदल देती है। मस्तिष्क में यह आवेग जब पहुँचता है तो वह वस्तु दिखलाई पड़ती है जहाँ से प्रकाश होकर आता है। जब रोडाप्सिन के ऊपर प्रकाश की किरणें पड़ती हैं तो विटामिन A एल्डिहाइड (Retenene) में बदल जाती है। रेटिनीन अँधेरा पाकर फिर रोडाप्सिन में परिवर्तित हो जाती है जिसके कारण थोड़े से रोडाप्सिन से लगातार किसी वस्तु को देखा जा सकता है।



(2) इसके कारण शरीर में वृद्धि उत्तेजित करने का गुण आ जाता है।

(3) विटामिन A से उपकला ऊति (epithelial tissues) के असाधारण परिवर्तन रुक जाते हैं।

(4) इससे चक्षु की रतौंधी रोग ठीक हो जाता है।

विटामिन A का उपापचयन (Metabolism of Vitamin A)—कैरोटीन का शोषण छोटी आँत के म्यूकोसा (mucosa) में होता है जहाँ से ऊतियों द्वारा यह विटामिन A में टूट जाता है, तत्पश्चात् यह यकृति (liver) में जाकर एकत्र होता है। विटामिन A का कैरोटीन में परिवर्तन भी इसी म्यूकोसा (mucosa) में होता है जो कि रेटिना (retina) में पहुँच कर रोडाप्सिन का निर्माण करती है।

विटामिन A की कमी के लक्षण (Symptoms of Vitamin A deficiency)—शरीर में विटामिन A के कमी के कारण जो लक्षण उत्पन्न हो जाते हैं, वे निम्न हैं—

(1) पशुओं को रतौंधी रोग हो जाता है जिसे निक्टैलोपिया (nyctalopia) कहते हैं।

(2) आवाज तेज (harsh) हो जाती है।।

(3) अश्रु ग्रन्थि (Tear gland) का उत्सर्जन रुक जाने के कारण पलकें सूख जाती हैं तथा उनमें सूजन आ जाती है।

(4) नेत्र-गोलक (eye-ball=cornea) के ऊपर फोड़ा (ulcer) हो जाता है।

(5) वृद्धि रुक जाती है।

(6) आँतें सूज जाती हैं।

(7) विटामिन A की कमी के कारण गुर्दे में स्टोन (Stone=renal calculi) बन जाता है।

(8) इसके कमी के कारण श्वसन (respiration) अंग के ऊतियों में प्रवेश कर जाते हैं, जिसके कारण सूजन आ जाती है।

(9) इसके कमी के कारण प्रजनन (reproduction) भी शिथिल होने लगती है।

(10) उपकला (Epithelial) के कोशिकाओं में केराटिनाइजेशन (Keratinisation) होने लगती है।

(11) सभी ग्रन्थियों के कार्य रुक जाते हैं तथा ग्रन्थि अपक्षय (glands atrophy) का रोग हो जाता है।

(12) अस्थिपंजर (Skeleton) की वृद्धि भी रुक जाती है।

विटामिन A की अधिकता के लक्षण (Symptoms of excess Vitamin A)—आवश्यकता से अधिक विटामिन A खाने से निम्न हानियाँ होती हैं—

(1) हड्डियाँ कोमल हो जाती हैं, जिसके कारण अंत में कई स्थानों में अस्थि भंग (Fracture) हो जाता है।

(2) सर में काफी दर्द होने लगता है तथा नाक से खून आना, भूख न लगना (amorexia) कै करने की भावना (nausea), कमजोरी व चमड़ी में सूजन आना (Dermatitis) आरम्भ हो जाता है।

प्राप्ति (Sources)—दूध, मक्खन, अण्डा, यकृति (liver) तथा मछली के तेलों में विटामिन A अधिक पाया जाता है, इसके अतिरिक्त यह मांस, सब्जी, फल सकरकंद, गाजर, टमाटर तथा पीले अनाजों में भी पाया जाता है। पौधों में यह कैरोटीन के रूप में पाया जाता है।

पशुओं की आवश्यकता (Animal requirement)—

बीफ कैटिल (Beef Cattle)—25-55 m gm. प्रतिदिन

सुअरनी (Swine) 2 to 40 m gm. प्रतिदिन

विटामिन D (Vitamin D)

इतिहास (History)—सन् 1918 में मेलनबाइ (Mellanby) ने पिल्लों में प्रयोग द्वारा रिकेट (ricket) रोग उत्पन्न किया तथा यह बताया कि काड मछली के तेल द्वारा इस रोग को ठीक किया जा सकता है। इसके कुछ वर्षों के पश्चात् मैक्कालम (MacCollun) ने यह देखा कि काड मछली के तेल द्वारा कम कैल्शियम खिलाने के कारण उत्पन्न हुए रिकेट रोग को ठीक किया जा सकता है। हल्ड्स-चिन्सकाई (Huidschinsky) ने सन् 1919 में यह दिखाया कि परा बैंगनी (Ultra Violet) किरणों द्वारा रिकेट रोग को दूर किया जा सकता है। हस (Hess) तथा स्टीन बाक् (Steenbeck) ने यह बताया कि परा बैंगनी किरणों से शरीर में पाये जाने वाले किसी यौगिक में रिकेट रोधी (anti rachitic) गुण उत्पन्न हो जाता है। विन्डाउ (Windaus) ने इस पदार्थ को 7—डी हाइड्रो कोलेस्टेरोल (7—dehydro cholesterol) बताया। इसी मध्य में यीस्ट (yeast) में उपस्थित अर्गोस्टेरोल पर परा बैंगनी किरणों के पड़ने से रिकेट रोधी (anti rachitic) गुण देखा गया। इसका नाम विटामिन D_2 तथा 7—डी हाइड्रो कोलेस्टेरोल का नाम विटामिन D_3 रखा गया।

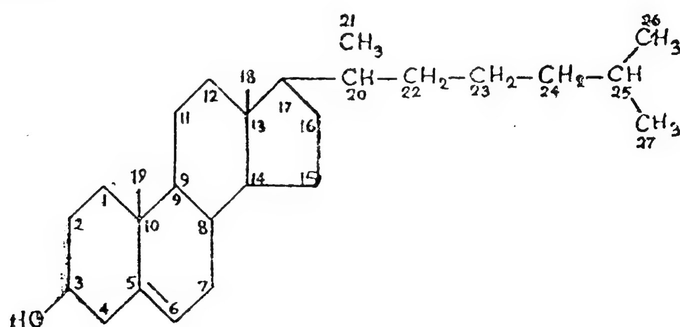
विटामिन D की केमिस्ट्री (Chemistry of Vitamin D)—अभी तक दस से अधिक ऐसे रसायनिक पदार्थों की खोज हो चुकी है, जिनमें विटामिन D की भाँति रिकेट रोग रोकने तथा ठीक करने का गुण पाया जाता है। परन्तु उनमें से

केवल दो ही प्रयोगात्मक दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण हैं तथा व्यापारिक रूप से उपलब्ध हैं। मछलियों के यकृत (liver) के तेल में विटामिन D_3 पाया जाता है, जिसे 7—डी हाइड्रोकोलेस्टेरोल को परा बैंगनी (ultra violet) किरणों द्वारा प्रकाशित करके भी प्राप्त किया जा सकता है। दूसरा यौगिक विटामिन D_2 कहलाता है, इसे अर्गोस्टेरोल के परा बैंगनी किरणों के किरणीयन (irradiation) द्वारा प्राप्त किया जा सकता है।

अर्गोस्टेरोल एक वनस्पति स्टेरोल (Sterol) है जो कि यीस्ट तथा फन्गाई (Fungi) में पाया जाता है। इस अवस्था में इनमें रिकेट रोधी गुण नहीं पाया जाता। कोलेस्टेरोल भी एक स्टेरोल है जो कि पशुओं में पाया जाता है। ये दोनों यौगिक साइक्लो पेन्टैनो पर हाइड्रो फिनन्थ्रीन (cyclo pentano perhydro phenanthrene) से प्राप्त होते हैं। जब इन यौगिकों को परा बैंगनी किरणों या इलेक्ट्रान के मध्यम वेग से उत्तेजित किया जाता है तो इनके 9वें तथा 10वें कार्बन परमाणु के मध्य का बन्ध टूट जाता है, इसके फलस्वरूप B—वलय खुल जाता है जिसके कारण इन यौगिकों में रिकेट रोधी गुण आ जाता है और तब इन्हें क्रमशः विटामिन D_2 तथा D_3 कहते हैं।

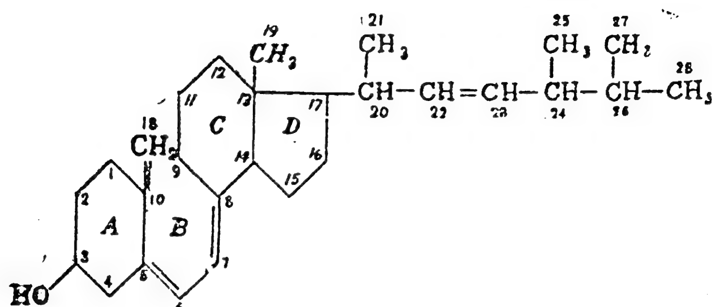
विटामिन D के अणु में कार्बन परमाणु 7 तथा 8 के मध्य एक द्विबन्ध (double bond) रहता है। यह बन्ध अर्गोस्टेरोल में तो उपस्थित रहता है परन्तु कोलेस्टेरोल में उस स्थान पर एक ही बन्ध रहता है, इसलिए इससे विटामिन D बनाने के लिए इसका डीहाइड्रोजिनेशन (dehydrogenation) करना अनिवार्य है।

(1) अर्गोस्टेरोल ($C_{28}H_{43}OH$)—यह विटामिन D2 का पूर्वगामी पदार्थ (Precursor) है जो कि पौधों में निष्क्रिय (inactive) अवस्था में रहता है। इसमें A, B, C, तथा D वलय (ring) साइक्लो पेन्टैनो पर हाइड्रो फिनन्थ्रीन न्यूक्लियस है।



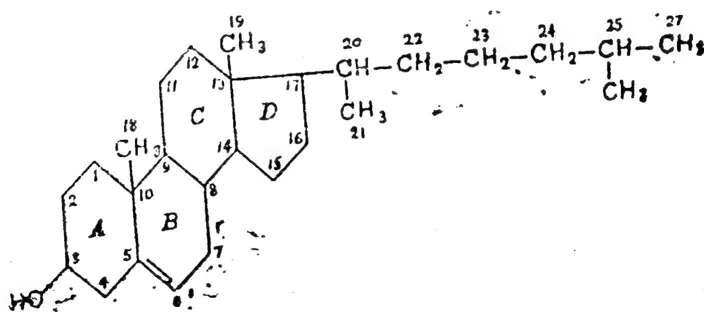
(Inactive Vitamin)

Ultraviolet rays
or
Electrons with medium velocity

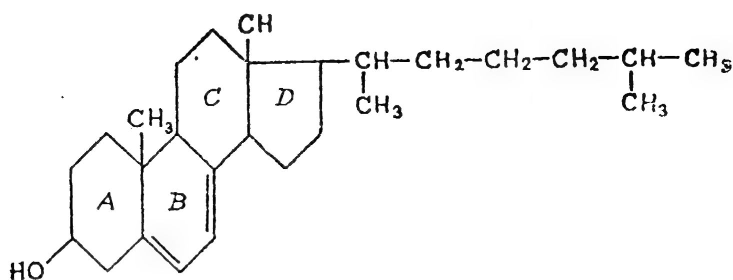


Calciferol (Vitamin D_2)
(Active Vitamin D)

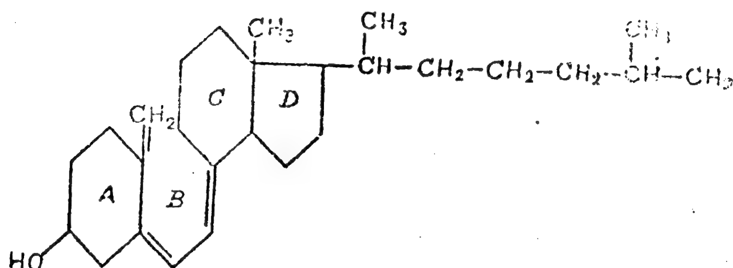
(2) कोलेस्टेरोल ($C_{27}H_{45}OH$)—इस यौगिक की संरचना अर्गोस्टेरोल से मिलती-जुलती है, परन्तु अर्गोस्टेरोल में 7वें तथा 8वें कार्बन परमाणुओं के मध्य द्विबन्ध (double bond) तथा कालेस्टेरोल में 7वें तथा 8वें कार्बन परमाणुओं के मध्य एक ही बन्ध होता है। कोलेस्टेरोल से विटामिन D_3 प्रात करने के लिए सर्व प्रथम इसका डीहाइड्रोजिनेशन (dehydrogenation) तत्पश्चात् परा बैंगनी किरणों द्वारा उत्तेजित करते हैं। यह स्टेरोल पशुओं की चमड़ी के नीचे पाई जाती है।



(Cholesterol)
(Inactive Vitamin D)
—2H



7—dehydro cholestrol
(Inactive vitamin D)
Ultraviolet rays



Vitamin D_3
(Active)

विटामिन D के कार्य (Function of Vitamin D)—इस विटामिन के कार्य के बारे में संदिग्धता है। कुछ लोगों का यह मत है कि विटामिन D के कारण आँतों में कैल्शियम के शोषण की वृद्धि हो जाती है, तथा कुछ लोगों का कहना है कि जिन स्थानों पर हड्डियों का निर्माण होता है वहां पर इसके कारण कैल्सीकरण (Calcification) होने लगता है या पहले कैल्सीकरण की गति बढ़ जाती है। जो भी हो यह सर्व सम्मति से मान्य है कि विटामिन D से रैचिटिक (rachitic) रोग दूर हो जाता है।

विटामिन D अधिक खाने से विषाक्त (Toxic) हो जाता है, जिसके कारण सामान्य हड्डी की ऊतियों में डी-कैल्सीकरण (decalcification) होने लगता है तथा कैल्शियम अनियमित रूप से कोमल मांसल (fleshy) ऊतियों में एकत्रित होने लगता है। सभी स्तनधारी पशु विटामिन D_2 तथा D_3 दोनों को समान रूप से उपयोग करते हैं।

विटामिन D की कमी के लक्षण (Symptoms of Vitamin D deficiency)—

(1) वृद्धि रुक जाती है।

(2) खनिज पदार्थों का उत्सर्जन (excretion) अधिक होने लगता है।

(3) हड्डियों में खनिज पदार्थों की मात्रा कम होने लगती है।

(4) पैर झुक जाते हैं तथा घुटना घूम जाता है।

(5) दाँत खराब स्तर के बनने लगते हैं।

(6) सर में पसीना आने लगता है।

(7) पसलियों में दाने निकल आते हैं, तथा एक दूसरे से जुटने लगती हैं।

(8) मांस निर्बल तथा कोमल हो जाता है।

(9) हड्डी बनाने वाली कोशिकायें (Osteoblast) नहीं बनतीं।

(10) बच्चे चिड़चिड़े हो जाते हैं।

विटामिन D की अधिकता के लक्षण (Symptoms of excess Vitamin D)—

(1) हड्डियों का डी खनिजीकरण (demineralization) आरम्भ होने लगता है, जिसके कारण बहुत से स्थानों में अस्थि भंग (Fracture) हो जाता है।

(2) सीरम (Serum) में केल्शियम तथा फास्फोरस की मात्रा बढ़ जाती है इसी के कारण गुर्दे (Kidney) में रीनल कैल्कुलाइ (renal calculi) बन जाता है जिसे स्टोन (Stone) कहते हैं। जब यह स्टोन अधिक बढ़ जाता है तो रीनल ट्यूब्यूल्स (Renal tubules) के रास्ते को बन्द कर देता है जिसके कारण हाइड्रोनेफरोसिस (Hydronephrosis) रोग हो जाता है। इस रोग में मूत्र रुक जाता है।

प्राप्ति (Occurrence) मछलियों के यकृत का तेल, मछलियों का तेल, अण्डा, मक्खन, दूध, किरणीयित अर्गोस्टेरोल, 7 डी हाइड्रोकोलेस्टेरोल बीज तथा चना।

आवश्यकता (Requirement)—

गौ पशु के लिए 300 μ. प्रति पौण्ड शरीर के भार पर प्रतिदिन।

विटामिन E (Vitamin E)

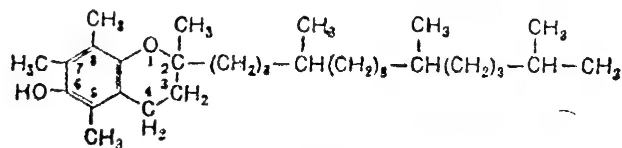
इतिहास (History)—सन् 1919-1923 में स्यूर (Sure), इवान्स (Evans) तथा बिशप (Bishop) ने यह बताया कि जब कुछ विशेष प्रकार का भोजन चूहों को खिलाया जाता है, तो उनमें प्रजनन (reproduction) क्षीण हो जाती है जिसे प्राकृतिक भोज्य पदार्थों को खिला कर ठीक किया जा सकता है।

मैट्टिल (Mattill) तथा कांकलिन (Conklin) ने 1920 ई० में यह बताया कि चूहों की प्रजनन शक्ति दूध खिलाने से कम होने लगती है। इसके पश्चात् इवान्स (Evans) तथा उनके साथियों ने यह सिद्ध किया कि प्रजनन के लिए जिस पदार्थ की आवश्यकता होती है उसे वसीय सतों में एकत्रित किया जा सकता है। इन वैज्ञानिकों ने इस पदार्थ का नाम विटामिन "X" रक्खा परन्तु स्यूर (Sure) ने इसका नाम विटामिन "E" रक्खा। इवान्स (Evans), तथा इमर्सन (Emerson) ने सन् 1936 में विटामिन "E" को गेहूँ के अँकुये के तेल से प्राप्त किया और इसका नाम टोकोफेरोल (Tocopherol) रक्खा।

विटामिन E की केमिस्ट्री (Chemistry of Vitamin E)—विटामिन "E" अम्ल या क्षार से नष्ट नहीं होता तथा हाइड्रोजनीकरण (Hydrogenation) का इसके ऊपर प्रभाव नहीं पड़ता। यह अन्य विटामिन की अपेक्षा ऊँचे तापक्रम पर भी नष्ट नहीं होता। टोकोफेरोल कई प्रकार के प्राप्त किये गये हैं जो कि निम्न हैं—

(1) अल्फा टोकोफेरोल (α—Tocopherol)
(2) बीटा " (β— ")
(3) गामा " (γ ")
(4) डेल्टा " (δ ")
(5) ईटा " (η. ")
(6) जेटा " (ζ ")

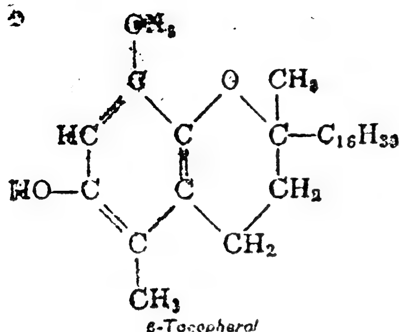
इनमें केवल अल्फा टोकोफेरोल (α—Tocopherol) ही जीव के दृष्टिकोण से सबसे अधिक महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि इसकी सक्रियता बीटा टोकोफेरोल से दुगनी तथा गामा टोकोफेरोल से चार गुनी होती है। सभी टोकोफेरोल प्रति-आक्सीकारक (anti oxidant) होते हैं।

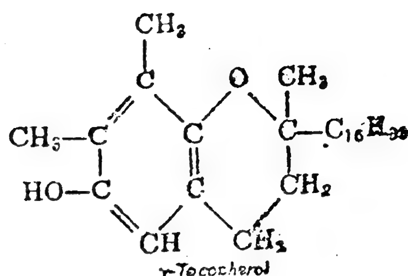


α-Tocopherol

विटामिन E के कार्य (Function of Vitamin E)—

(1) यह विटामिन अन्य विटामिन के उपयोग में सहयोग देती है, मुख्य रूप से विटामिन A की उपयोगिता इसके उपस्थिति में बढ़ जाती है।





(2) विटामिन E मांस के अपविकास (degeneration) को रोकती है।

(3) यह पशुओं में अनुर्वरीकरण (Sterility) को रोकती है।

(4) ऊतियों में विटामिन E के कारण आक्सीजन का उपयोग उचित मात्रा में होता है।

विटामिन E की कमी के लक्षण (Symptoms of Vitamin E deficiency)—

(1) नर तथा नारी दोनों में नपुंसकता आ जाती है। इसकी कमी के कारण नारियों के गर्भ (fetus) मर जाते हैं तथा नरों में जनित कोशिका (germ cell) नष्ट हो जाती हैं।

(2) यदि इस विटामिन की कमी किसी पशु में अधिक है तो उस पशु द्वारा उत्पन्न हुये बच्चों को लकवा (Paralysis) मार देता है।

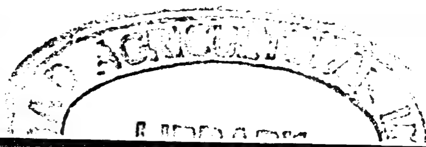
(3) विटामिन E की कमी के कारण कुक्कुटों से अण्डे कम निकलते हैं तथा जो अण्डे निकलते हैं उनमें से बच्चे भी कम ही अण्डों से उत्पन्न होते हैं।

(4) काटने वाले दाँतों (Incisors) में रंजकता (Pigmentation) नहीं हो पाता तथा लाइपिड डिपो (Lipid depots) में भूरे रंग का पिगमेन्ट एकत्र होने लगता है।

(5) यकृति की ऊतियाँ मरने लगती हैं।

(6) विटामिन E की कमी के कारण विटामिन A के कमी की लक्षण भी उत्पन्न होने लगते हैं।

(7) शरीर के रक्त केशिकायें (blood capillaries) नष्ट होने लगते हैं, तथा मस्तिष्क में धमनी के कठोर हो जाने के कारण मस्तिष्क की कार्यशीलता क्षीण होने लगती है।



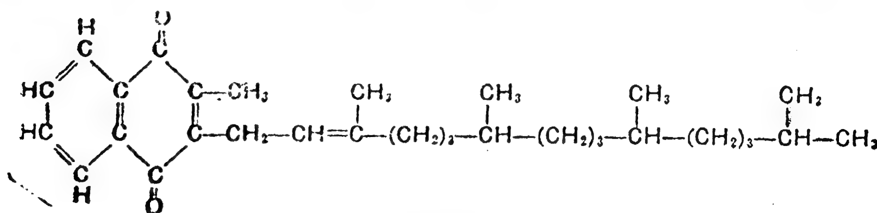
(8) जिस पशु में विटामिन E की कमी होती है, उसके ऊतियों में आक्सीजन का उपयोग साधारण कोशिकाओं से अधिक होता है।

प्राप्ति (Occurrence)—अंकुरित गेहूँ के तेल, हरे पत्तेदार पौधे, बीजों, मांस, वसीय ऊतियों, अण्डों तथा सोयाबीन के तेल में पाया जाता है।

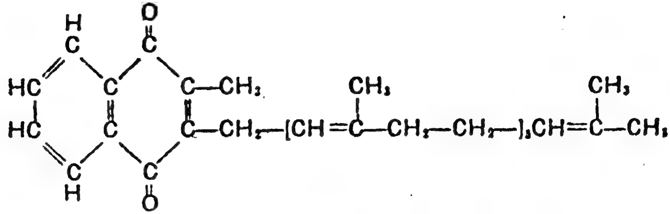
विटामिन K (Vitamin K)

इतिहास (History)—सन् 1929 में हेन्रिक डैम ने सर्व प्रथम इस विटामिन की खोज की और यह बताया कि जब पशुओं को संश्लिष्ट (synthetic) भोजन खिलाया जाता है तो उनमें रुधिर स्रावी (Hemorrhagic) दशा उत्पन्न हो जाती है। इस दशा में नसें फट जाती हैं जिसके कारण रक्त बहने लगता है जो काफी देर के बाद जमकर बन्द होता है। इसके पश्चात् यह देखा गया कि यह रोग सुअर के यकृत का वसा या अल्फाल्फा की पत्तियों के तेल के साबुनीकरण न होने वाले अंश को खिलाने से ठीक हो जाता है। सन् 1934 में डैम (Dam) ने वसा में घुलनशील उस कारक (Factor) का पता लगाया जो कि खून के स्कन्दन (Coagulation) के लिए आवश्यक है। सन् 1935 में डैम ने यह सिद्ध कर दिया कि रुधिर स्राव रोधी (antihemorrhagic) कारक प्रोथ्राम्बिन (prothrombin) के निर्माण में एक महत्वपूर्ण कार्य करती है। प्रोथ्राम्बिन एक जाइमोजेन (Zymogen) है जो कि साधारण खून के जमने के लिए आवश्यक है। सन् 1939 में डैम, करेर (Karrer) तथा उनके साथियों ने इस विटामिन की संरचना बताई। अल्फाल्फा द्वारा प्राप्त इस विटामिन का नाम विटामिन K_1 तथा मछली के चूर (fishmeal) द्वारा प्राप्त विटामिन का नाम K_2 रक्खा गया।

विटामिन K की केमिस्ट्री (Chemistry of Vitamin K)—विटामिन K_1 तथा K_2 दोनों ही नैफ्थोक्यूनोन (naphthoquinone) के व्युत्पन्न (derivative) हैं। विटामिन K_1 का रसायनिक नाम 2. मिथाइल—३. फाइटिल—1, 4. नैफ्थोक्यूनोन (2. methyl 3. phytyl–1, 4—naphthoquinone) तथा K_2 का रसायनिक नाम–2,3. डाईफैरनेसिल 1, 4—नैफ्थोक्यूनोन (2, 3—difarnesyl—1, 4—naphthoquinone) है।

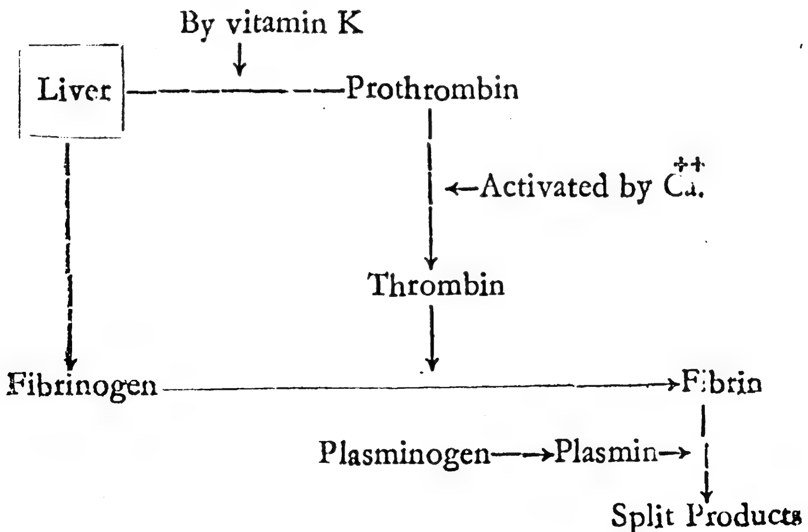


Vitamin K_1
(2-Methyl-3-phytyl-1,4-naphthoquinone)



Vitamin K_2
(2-Methyl-3-difarnesyl-1,4-naphthoquinone)

2. मिथाइल—1, 4. नैफ्थोक्यूनोन जो कि एक संश्लिष्ट (synthetic) यौगिक है, इसकी सक्रियता प्राकृतिक विटामिन K_1 या K_2 से अधिक होती है। बाजार में यह यौगिक मेनाडियोन (Menadione) के नाम से बिकती है। विटामिन K केवल पित्त लवण (Bile salt) की ही उपस्थिति में शोषित होती है। यह पानी में अघुलनशील तथा वसीय पदार्थों में घुलनशील है। विटामिन K_1 हल्के पीले रंग का तेल तथा विटामिन K_2 पीले रंग का रवेदार ठोस होता है। यह विटामिन ताप से नष्ट नहीं होता है परन्तु अम्ल या क्षार के द्वारा आक्सीकृत (oxidize) हो जाता है।



वैज्ञानिकों का यह अनुमान है कि रक्त जमने का गुण थ्रॉम्बिन (Thrombin) के द्वारा होता है, यह एक प्लाज्मा प्रोटिनेज् एन्ज़ाइम (Plasma Proteinase enzyme) है जो कि प्रोथ्राम्बिन (Prothrombin) से प्राप्त होता है। विटामिन K की सहायता से यकृत द्वारा प्रोथ्राम्बिन प्राप्त होता है। थ्राम्बिन एन्ज़ाइम के सहायता से फाइब्रिनोजेन फाइब्रिन में बदल जाता है जो कि उपरोक्त दिया गया है।

विटामिन K के कार्य (Functions of Vitamin K).

(१) शरीर के अंग कट जाने पर खून जमने का गुण बढ़ जाता है।

(२) विटामिन K प्रोथ्राम्बिन के निर्माण की वृद्धि करता है।

विटामिन K की कमी के लक्षण (Symptoms of deficiency of Vitamin K).

(१) शरीर का जब कोई अंग कट जाता है जिसके कारण रक्त बहने लगता है तो यह रक्त देर में जमता है।

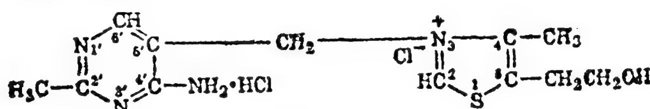
(२) रक्त में प्रोथ्राम्बिन की कमी के कारण अधस्त्वक्त (Subcutaneous) तथा अंतरोपशी (inter muscu.ar) नामक रुधिर स्राव (Hemorrhages) हो जाता है।

प्राप्ति (Occurence)—फूल गोभी, पात गोभी, अल्फाल्फा, फल, अंडा, दूध, मांस, टमाटर, सोयाबीन का तेल, चोकर, मछली तथा मेनाडियोन (menadione).

विटामिन B_1 (Thiamine)

इतिहास (History)—इस विटामिन को सर्वप्रथम जंसेन (Jansen) तथा विन्डास (Windaus) ने रवे के रूप में प्राप्त किया था, परन्तु इसका अध्ययन सबसे पहले इज्कमन (Eijkman), ग्रिज्न्स (Grijns) तथा फंक (Funk) ने किया और यह बताया कि इसकी कमी के कारण बेरीबेरी (beriberi) रोग उत्पन्न हो जाता है तथा तन्त्रिका (nerve) में सूजन आ जाती है जो कि विटामिन B_1 खिलाने से दूर हो जाता है। इस गुण के कारण इस न्यूरिटिकरोधी (antineuritic) विटामिन भी कहते हैं। योरोप में यह एन्यूरिन (aneurin) के नाम से भी प्रचलित है। द्वितीय विश्वयुद्ध में बेरीबेरी रोग जापान के जेल के कैदियों को अधिक हो गया था जिसके कारण उन्हें भूख नहीं लगती थी। सन् 1936 में विलियम (R. R. Williams) तथा उनके साथियों ने विटामिन B_1 की संरचना (Structure) ज्ञात की थी।

विटामिन B_1 की केमिस्ट्री (Chemistry of Vitamin B_1)—यह एक नाइट्रोजनीय यौगिक है जिसमें पाइरिमाइडीन वलय (Pyrimydine ring) तथा थायोजोल वलय (Thiazole ring) पाया जाता है। ये दोनों वलय (ring) परस्पर मिथाइलीन ($-CH_2-$) के द्वारा जुड़े रहते हैं, तथा थायोजोल वलय में एक छोटा सा प्राथमिक एल्कोहल जुड़ा रहता है। विटामिन B_1 पानी तथा तनु एल्कोहल में अत्यन्त घुलनशील है, इसे जलीय एल्कोहल (aqueous alcohol) से क्लोराइड हाइड्रोक्लोराइड (chloride hydro chloride) या ब्रोमाइड हाइड्रोब्रोमाइड (Bromide hydrobromide) के रूप में स्फटित (crystallize) किया जा सकता है। यह ताप की द्वारा पानी के उपस्थिति में नष्ट हो जाता है तथा मिट्टी या कोयले द्वारा शोषित हो जाता है जिसके कारण इसे अन्य पानी में घुलनशील विटामिन से अलग किया जा सकता है। विटामिन B_1 फास्फो टंगस्टिक अम्ल (Phosphotungstic acid) से अवक्षेपित किया जा सकता है। इसका नष्टीकरण अम्ल की उपस्थिति में कम तथा क्षार की उपस्थिति में अधिक होता है। जब इसे आक्सीकृत किया जाता है तो थायोक्रोम पिगमेंट (Thiochrome Pigment) प्राप्त होता है।



Thiamine chloride hydrochloride

विटामिन B_1 के कार्य (Functions of Vitamin B_1)—यह शरीर में थायमीन पाइरोफास्फेट (Thiamine Pyrophosphate) के रूप में रहता है। जब थायमीन (Thiamine) शुद्ध रूप में खिलाया जाता है तो यह सर्वप्रथम शरीर के ऊतियों में ए. टी. पी. (A. T. P.) से संयोग करके थायमीन पाइरोफास्फेट बनाता है जो कि पाइरुविक अम्ल (Pyruvic acid) के कार्बोक्सिल हरण (decarboxylation) तथा कार्बोक्सिल करण (carboxylation) प्रतिक्रियाओं को उत्प्रेरित करता है। चूँकि थायमीन पाइरोफास्फेट एक सह-एन्जाइम (Co-enzyme) का काम करता है इसलिए इसे सहकार्बोक्सिलेज (Cocarboxylase) कहते हैं जिसके कारण कार्बोक्सिलेज (Carboxylase) एन्जाइम सक्रिय हो जाते हैं। इस विटामिन की अनुपस्थिति के कारण रक्तों तथा ऊतियों में पाइरुविक अम्ल पाइरुवेट (Pyruvate) के रूप में एकत्रित हो जाता है जिसके कारण उन स्थानों में सूजन आ जाती है। दूसरे शब्दों में यह कहा जा सकता है कि शरीर में उपापचयन के लिए यह विटामिन बहुत ही आवश्यक है।

विटामिन B_1 के कमी के लक्षण (Symptoms of deficiency of Vitamin B_1).

(१) पशुओं को भूख नहीं लगती, जिसे एनोरेक्सिया (Anorexia) कहते हैं।

(२) थोड़ा-सा परिश्रम करने पर ही थकान आ जाती है तथा शरीर कमजोर हो जाता है।

(३) नींद नहीं आती जिसे इनसोम्निया (Insomnia) कहते हैं।

(४) हृदय की धड़कन बढ़ जाती है।

(५) साँस जल्दी-जल्दी चलने लगती है।

(६) गेठुना का निचला अंग, सन्न हो जाता है इसे एनेस्थेसिया (Anesthesia) कहते हैं तथा अंग सूज भी जाता है इस सूजन को एडमा (Adema) कहते हैं।

(७) शरीर का भार कम हो जाता है।

(८) स्मृति शक्ति तथा अभिलाषा क्षीण होने लगती है।

(९) हृदय का आकार बढ़ जाता है।

(१०) बेरीबेरी रोग उत्पन्न हो जाता है।

(११) पशुओं को पेशाब अधिक आने लगता है इसे डायोरेशिया (Diuresia) कहते हैं।

प्राप्ति (Occurrence)—ईस्ट, अनाज, सुअर का मांस, (Pork), आलू, सब्जी, दूध, बीज, यकृत, गुर्दा, अण्डा तथा गेहूँ की पावरोटी।

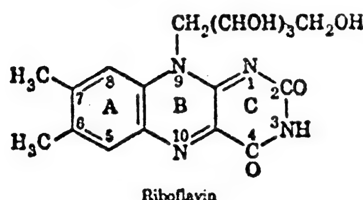
आवश्यकता (Requirement)—आठ हफ्ते तक के मुर्गी के बच्चों को 0·9 मिलीग्राम थायमीन प्रति पौण्ड भोज्य पदार्थ की दर से खिलाना चाहिये तथा सुअर को 1·4 मिलीग्राम से 4·2 मिलीग्राम, थायमीन 50 पौंड से 250 पौंड शरीर के भार पर देना चाहिये। जुगाली करने वाले पशुओं (Ruminent) के लिए थायमीन खिलाना अनिवार्य नहीं है, क्योंकि उनके पेट में यह विटामिन सूक्ष्म कीटाणुओं (Bacteria) द्वारा बनता है।

विटामिन B_2 (Riboflavin)

इतिहास (History)—इसे विटामिन G या P–P (Pellagra Preventive) भी कहते हैं जो कि ताप से जल्द नष्ट हो जाता है तथा पानी में घुलनशील है। इस विटामिन को सर्वप्रथम सन् 1879 में दूध से लैक्टोक्रोन (Lactochrone) के रूप में प्राप्त किया गया था जो कि एक प्राकृतिक पीले रंग का

प्रतिदीप्त (Fluorescent) पिगमेंट है। सन् १९३३ में जर्मनी के कुन (Kuhn) ने यह बताया कि दूध का यह पिगमेंट अंडे तथा यकृत के पिगमेंट से रासायनिक रूप में मिलता-जुलता है। ये सभी पिगमेंट एक फ्लेविन (Flavin) की तरह पदार्थ में रहता है जिसके कारण प्रतिदीप्त गुण आ जाता है। इन पिगमेंट का नाम क्रमशः लैक्टो फ्लैविन (Lacto flavin), ओवो फ्लैविन (Ovoflavin) तथा हिपैटो फ्लैविन (Hepato flavin) पड़ा। कुन (Kuhn) ने यह सिद्ध किया कि दूध, अण्डा तथा यकृत से प्राप्त सभी फ्लैविन (Flavin) एक प्रकार के यौगिक हैं। जर्मनी के वारबर्ग (Warburg) ने ईस्ट से एक जटिल फ्लेवो प्रोटीन (Flavo protein) प्राप्त किया जिसका नाम पीला एन्जाइम (yellow enzyme) रक्खा।

विटामिन B_2 की केमेस्ट्री (Chemistry of Vitamin B_2)—राइबोफ्लेविन ताप तथा किरणों के द्वारा नष्ट हो जाता है। यह नष्टीकरण क्षारीय पदार्थों की उपस्थित में बढ़ जाता है। इस विटामिन का एक अणु एक आइसो एल्लोग्जेजीन (Iso alloxazine) चक्र से बना है जिसके साथ एक राइबोस (Ribose) सर्करा की श्रृंखला (chain) जुड़ी रहती है। यह एक पीले रंग का रवेदार यौगिक है जो कि पानी के घोल में तीव्र पीले हरे रंग का प्रतिदीप्त (fluorescent) देता है तथा हाइड्रोजन द्वारा शीघ्र अवकरित (reduce) कर जाता है।



Riboflavin

(6, 7, dimethyl – 9 – D – ribitylisoalloxazine)

विटामिन B_2 के कार्य (Function of Vitamin B_2)— विटामिन B_2 जीव सम्बन्धी आक्सीकरण के लिए बहुत ही आवश्यक है। यह बहुत से एन्जाइम्स का आवश्यक अंग है। जब यह फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) तथा किसी विशेष प्रकार के प्रोटीन से संयोग करता है तो पीला एन्जाइम (yellow enzyme) बनता है जो कि कोशिकाओं के विपरीत आक्सीकरण तथा अवकरण प्रतिक्रियाओं को उत्प्रेरित करता है, और श्वसन क्रिया में भाग लेता है।

विटामिन B_2 की कमी के लक्षण (Symptoms of deficiency of vitamin B_2)—

(1) वृद्धि रुक जाती है।

(2) चूहों को त्वाशोथ (dermatitis) रोग हो जाता है।

(3) चूहों के बाल गिरने लगते हैं।

(4) त्वचा की कोशिकायें नष्ट होने लगती हैं।

(5) मुर्गियाँ कम अंडे देती हैं तथा उन अंडों से बच्चे कम उत्पन्न होते हैं।

(6) सुअरनियों की त्वचा कड़ी हो जाती है।

(7) घोड़ों को चाँद के प्रकाश में दिखाई नहीं देता (Moon blindness).

(8) कुत्तों के हृदय की धड़कन कम तथा श्वसन क्रिया कमजोर होने लगती है।

(9) मनुष्यों के ओंठ किनारे से फटने लगते हैं (Cheilosis).

(10) इराइथ्रोसाइट्स (Erythrocytes) में राइबोफ्लेविन एकत्र होने लगता है, साधारण रक्त में यह 20 mg प्रति 100 ml रक्त में पाया जाता है।

प्राप्ति (Occurrence)—यीष्ट, यकृति, दूध, अण्डा, मछली, गुर्दा, हृदय, कुक्कुट, द्विपत्रीय बीज, मट्ठा, सुअर का मांस (pork).

आवश्यकता (Requirement)—

मनुष्य के लिए 1·8 mg प्रतिदिन

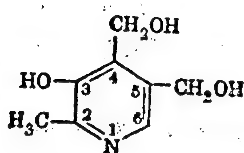
विटामिन B_6 (Pyridoxine)

इतिहास (His ory)—इस विटामिन का आविष्कार सन् 1934 में हुआ, जिसका नाम पा ग्योर्गी (P. Gyorgy) ने विटामिन B_6 रक्खा। 1938 में पाँच भिन्न आविष्कारों ने इस रवे के रूप में प्राप्त किया। प्रकृति में यह तीन रूपों में पाया जाता है—

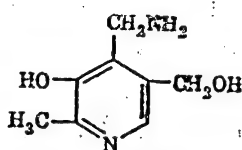
(1) पाइरिडाक्सीन (Pyridoxine), (2) पाइरिडाक्जामीन (Pyridoxamine), (3) पाइरिडाग्ज़ाल (pyridoxal)। इस विटामिन को एडर्मीन प्रति त्वचा शोथ कारक (adermine antidermatitis factor) तथा प्रति एक्रोसायनिया कारक (Anti Acrocyonia factor) भी कहते हैं। विटामिन B_6 की आवश्यकता कुत्ता, चूहा, कुक्कुटा, सूअरों तथा अन्य पशुओं को अधिक होती है।

विटामिन B_6 का केमिस्ट्री (Chemistry of Vitamin B_6)—यह एक 2—मिथाइल-3—हाइड्राक्सी—4, 5—डाइहाइड्राक्सी-मिथाइल पाइरिडीन (2—methyl—3—hydroxy 4,5—dihydroxy-methylpyridine) यौगिक है जो कि रंग हीन, रवेदार तथा ठोस होता है। यह 160°C पर पिघल जाता है, तथा पानी, एल्कोहल व एसीटोन (acetone) में घुलनशील है। विटामिन B_6 नमक के अम्ल (HCl) से संयोग करके एक सफेद, गंधहीन, रवेदार ठोस पदार्थ बनाता है जो कि 207°C पर पिघलता है तथा इसी तापक्रम पर नष्ट भी होने लगता है।

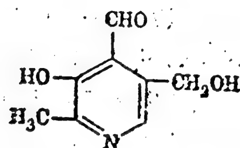
यह अन्य विटामिनों की अपेक्षा तार, मृदु आक्सीकरण (mild oxidation) उदासीन अथवा क्षारीय घोल अधिक सहन कर सकती है, परन्तु अम्लीय घोल में आक्सीकारक (oxidizing agent) की उपस्थिति में स्थिर नहीं रह सकती तथा परा बैंगनी (ultra violer) किरणों द्वारा नष्ट हो जाती है।



Pyridoxine



Pyridoxamine



Pyridoxal

इसमें फिनोलिक (Phenolic) गुण पाया जाता है तथा फेरिकक्लोराइड ($FeCl_3$) के साथ नारंगी-लाल रंग देता है। जब पाइरिडाक्सीन (pyridoxine) को क्षारीय परमैंग्नेट (permanganate) से धीरे-धीरे आक्सीकृत करते हैं, तो यह एल्डिहाइडिक पाइरिडाक्जाल (aldehydic pyridoxal) में परिवर्तित हो जाता है।

विटामिन B_6 के कार्य—(Function of Vitamin B_6)—जब इसका मृदु आक्सीकरण होता है तो एल्डिहाइड पाइरिडाक्जल प्राप्त होता है जो कि एडिनोसिन ट्राई फास्फेट (A.T.P.) से संयोग करके पाइरिडाक्जल फास्फेट (pyridoxal phosphate) बनाता है। यह ईस्टर सह-प्रकिण्व (Co-enzyme) का कार्य करता है जिसके कारण कुछ एमिनो अम्लों का कार्बोक्सिल हरण होता है तथा निकोटिनिक अम्ल (Nicotinic acid) व ट्रिप्टोफेन (Tryptophane) का निर्माण होता है। पाइरिडाक्जामीन भी इसी तरह एमिनो अम्लों का अमीनोअन्तरण (Transamination) करता है। यह विटामिन चूहों के त्वचा शोथ (dermatitis) रोग को ठीक करता है।

विटामिन B_6 के कमी के लक्षण (Symptoms of Vitamin B_6 deficiency)—

(1) चूहों की साधारण वृद्धि रुक जाती है।

(2) चमड़ी में रोग उत्पन्न हो जाता है जिसे त्वचा शोथ (dermatites) कहते हैं।

(3) चूहों की चमड़ी लाल रंग की हो जाती है तथा उनके हाथ, पाँव में दर्द उत्पन्न हो जाता है (Acrodynia)।

(4) इसकी कमी के कारण तंत्रिका तंत्र (nervous system) अधिक प्रभावित हो जाता है।

(5) प्रोटीन तथा वसा पदार्थों का उपापचयन (metabolism) इसकी कमी के कारण अत्यन्त कम हो जाता है।

(6) कुछ पशुओं में लाल रुधिर वर्णिका (R. B. C.) कम हो जाता है जिसके कारण रक्त क्षीणता (anemia) रोग उत्पन्न हो जाता है।

(7) उपरोक्त लक्षणों के अतिरिक्त जी मचलाता है (nausea), कै होने लगती है, भूख नहीं लगती (anorexia), ओठ किनारे से फटने लगते हैं (cheilosis) तथा जीभ में सूजन आ जाती है (glossitis)।

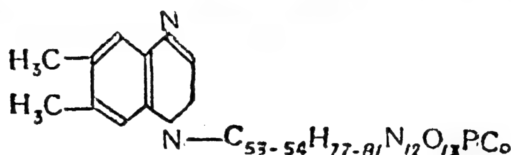
प्राप्ति (Occurrence)—अण्डा, मांस, मछली, दूध, सब्जी, यीस्ट, बीजों के अँकुये, यकृत, गुर्दा तथा लेग्यूम (legumes)।

आवश्यकता (Requirement)—मनुष्यों की आँतों में यह विटामिन स्वयं बनता है, परन्तु चूहों को 10 mg तथा मुर्गी के बच्चों को 1·6mg प्रतिदिन आवश्यकता पड़ती है।

विटामिन B_{12} (Cyanocobalamin)

इतिहास (History)—सन् 1926 में मिनाट (Minot) तथा मर्फी (Murphy) ने यह दिखाया कि यकृत के खिलाने से दुष्ट रक्त क्षीणता (pernicious anemia) का रोग दूर हो जाता है। इसके पश्चात सन् 1948 में इंगलैंड के लेस्टर स्मिथ (E. Lester Smith) तथा अमेरिका के राइक्स (Rickes) और उनके साथियों ने अलग-अलग विटामिन B_{12} को रवे के रूप में प्राप्त किया।

विटामिन B_{12} की केमिस्ट्री (Chemistry of vitamin B_{12})—यह एक गाढ़े लाल रंग का रवेदार यौगिक है जिसमें कोबाल्ट (Co) तथा सायनाइड (CN) पाया जाता है। फाल्कर (Folkers) के अनुसार इसका अणुभार कम-से-कम 1300 होता है। B_{12} के अणु में कोबाल्ट सायनाइड के अतिरिक्त फास्फेट तथा एक और भी अंश जिसकी खोज अभी तक नहीं हो सकी है पाया जाता है। इसकी संरचना निम्न प्रकार से बतायी जाती है :



(Vitamin B_{12})

यह विटामिन पशुओं तथा बड़े पौधों में नहीं बनता, सम्भवतः यह कुछ सूक्ष्म

वर्शों कीटाणुओं में ही बनता है, जैसे ऐक्टिनोमाइसिटीज (Actinomycetes) ।

विटामिन B_{12} के कार्य (Function of Vitamin B_{12})—यह विटामिन नये रुधिर कोशिकाओं (R. B. C.) के निर्माण में सहायता करती है तथा फोलिक अम्ल (Folic acid) को सक्रिय (active) करता है जिसके कारण न्यूक्लिइक अम्ल (nucleic acid) तथा पारफाइरिन (Porphyrin) बनता है। मुर्गी के बच्चों में यह देखा गया है कि इस विटामिन से उनकी वृद्धि होती है।

विटामिन B_{12} के कमी के लक्षण (Symptoms of Vitamin B_{12} deficiency) ।

(1) पशुओं में दुष्ट रुधिर क्षीणता (Pernicions anemia) हो जाता है। यह B_{12} के न खाने से नहीं होता बल्कि खराब 'जठरीय उत्सर्जन, (gastric secretion) के कारण होता है। इस प्रक्रम (mechanism) के बारे में अभी तक मालूम नहीं हुआ है।

(2) मुर्गी के बच्चों की वृद्धि रुक जाती है।

प्राप्ति (Occurrence)—सक्रियत अवपंक (activated sludge), खाद।

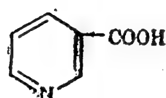
आवश्यकता (Requirement)– मनुष्यों को 1 mg विटामिन B_{12} इंजेक्ट (inject) करने से दुष्ट रुधिर क्षीणता दूर हो जाती है।

विटामिन P-P (Nicotinic acid या Niacin)

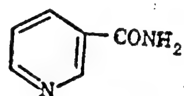
इतिहास (History)—इस विटामिन को प्रति पैलाग्रा तत्व (anti-pellagra factor) भी कहते हैं। सन् 1735 में सर्व प्रथम डान गैस्पार कैसल (Don Gaspar Casal) ने जो कि स्पेन (Spain) के राजा फिलिप पाँचवें का काय-चिकित्सक (physician) था। पैलाग्रा रोग को पहचाना. तत्पश्चात् ह्यूबर (Huber) ने सन् 1867 में निकोटिन अल्कोलायड (Nicotine alkoloid) को आक्सीकृत करके इस विटामिन को प्राप्त किया तथा इसकी रसायनिक संरचना का अध्ययन करके इसे पायरिडीन बीटा कार्बोक्जिलिक अम्ल (pyridine-β-carboxylic acid) बताया। सन् 1937 में एल्वेजम ऊल्ली (Elvehzem Wooley) तथा उनके साथियों ने यह बताया कि निकोटिनिक अम्ल शरीर के लिए एक बहुत ही आवश्यक कारक है। वारबर्ग (Warburg) ने 1935 में तथा वान यूलर (Von Euler) ने 1836 में बताया कि निकोटिनिक अम्ल TPN तथा DPN अणु का एक अंश है। 1912 में सुजुकी (Suzuki) तथा फंक (Funk) ने इस विटामिन को यीस्ट तथा चावल के छीलन (rice polishing) से प्राप्त किया

1915 में गोल्ड बर्गर (Goldberger) ने यह बताया कि पैलाग्रा रोग भोजन में किसी विशेष प्रकार के पदार्थ की कमी के कारण उत्पन्न होता है। एल्वे हैजेम (Elvehejem) ने निकोटिनामाइड को यकृत से पृथक किया और अपने प्रयोगों द्वारा यह बताया कि कुत्तों में काली जिह्वा (black tongue) रोग इस पदार्थ द्वारा दूर किया जा सकता है।

निकोटिनिक अम्ल की केमिस्ट्री (Chemistry of Nicotinic acid)—यह एक रंगहीन रवेदार यौगिक है जो ठण्डे पानी में थोड़ा-सा परन्तु गर्म पानी, एल्कोहल तथा क्षार में अत्यन्त घुलनशील है। 236°C पर पिघलने लगती है तथा बिना नष्ट हुये उड़ने लगती है (Sublimation)। यह ताप में बिना नष्ट हुये अधिक देर तक रह सकता है। इसका आक्सीकरण देर में होता है। निकोटिनिक अम्ल TPN तथा DPN के निर्माण में प्रयोग होता है। जिसके कारण हाइड्रोजन (H_2) का स्थानान्तरण होता है। इसकी संरचना निम्न है :

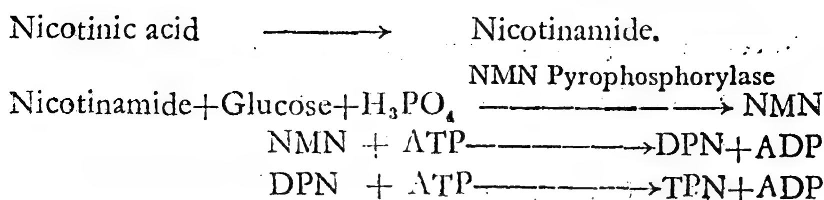


Nicotinic acid



Nicotinamide

इसके बारे में अधिक पता नहीं लगा कि निकोटिनिक अम्ल से निकोटिनामाइड किस प्रकार से बनता है। इराथ्रोसाइट (Erythrocytes), निकोटिनामाइड, अकार्बनिक फास्फेट तथा ग्लूकोज के उपस्थिति में निकोटनामाइड मोनों न्यूक्लियोटाइट (NMN) का निर्माण कर सकता है, यह निर्माण इराथ्रोसाइट एन्जाइम (NMN Pyro phosphorylase) द्वारा निकोटिनामाइड तथा 5—फास्फोराइबोसिल–1–पाइरोफास्फेट (5-Phospho-ribocyl-1-pyrophosphate) की उपस्थिति में भी होती है। NMN जब एडिनोसिन ट्राईफास्फेट (ATP) से संयोग करता है तो DPN बनता है। अमोनियम आयन (NH_4^+) के उपस्थिति में इराथ्रोसाइट (Erythrocytes) शीघ्र ही निकोटिनिक अम्ल को DPN में बदल देता है जिसमें NMN नहीं बनता है। आधुनिक आविष्कारों से यह पता चला है कि L-ट्रिप्टोफेन (L-Tryptophan) निकोटिनिक अम्ल का पूर्वगामी (Precursor) पदार्थ है संभवत: आँतों में सूक्ष्म दर्शी जीवाणों द्वारा L—ट्रिप्टोफेन से निकोटिनिक अम्ल प्राप्त होता है।



Nicotinic acid ⟶ Nicotinamide.

$$\text{Nicotinamide} + \text{Glucose} + H_3PO_4 \xrightarrow{\text{NMN Pyrophosphorylase}} \text{NMN}$$

$$\text{NMN} + \text{ATP} \longrightarrow \text{DPN} + \text{ADP}$$

$$\text{DPN} + \text{ATP} \longrightarrow \text{TPN} + \text{ADP}$$

निकोटिनिक अम्ल के कार्य (Function of Nicotinic acid)—निकोटिनिक अम्ल शरीर में DPN तथा TPN का निर्माण करती है जो कि कार्बोहाइड्रेट, वसीय अम्लों के एनएरोबिक (anaerobic) विघटन (breakdown) सायट्रिक अम्ल चक्र तथा ग्लूटामिक अम्ल के अमोनी हरण (deamination) तथा हाइड्रोजनी हरण (delydrogenation) क्रियाओं में सहकारण (cofactor) का कार्य करती है। दूसरे शब्दों में यह कहा जा सकता है कि निकोटिनिक अम्ल कोशिकाओं के उपापचयन (metabolism) के लिए अनिवार्य है। DPN तथा TPN को क्रमशः सह एन्जाइम I (coenzyme I) तथा सहएन्जाइम II (Coenzyme II) भी कहते हैं। निकोटिनिक अम्ल के अधिकता की कारण मेथियोनाइन (Methionine) जो कि एक आवश्यक ऐमिनो अम्ल है, नष्ट हो जाता है।

निकोटिनिक अम्ल की कमी के लक्षण (Symptoms of Nicotinic acid deficiency)—

(1) मनुष्यों को पैलाग्रा (Pellagra) रोग हो जाता है, जिसमें चमड़ी में सूजन, दस्त का आना तथा मस्तिष्क के संतुलन का कम होना आरम्भ हो जाता है।

(2) निकोटिनिक अम्ल की कमी के कारण कुत्तों की जीभ काले रंग की हो जाता है जिसे Black tongue कहते हैं।

(3) मस्तिष्क के ऊतियों में कार्बोहाइड्रेटस का उपापचयन नष्ट हो जाता है।

(4) इस विटामिन की अधिक कमी के कारण आमाशयान्त्र मार्ग (Gastro-intestinal tract) में रक्त आने लगता है (Hemorrhagic).

(5) भूख मिट जाती है।

(6) शरीर की वृद्धि रुक जाती है तथा भार कम होने लगता है।

प्राप्ति (Occurrence)—गोमांस (Beef), सूअर का यकृत, यीस्ट, गुर्दा, अण्डा, दूध, काफी (Coffee), हरी सब्जी, सालमन मछली।

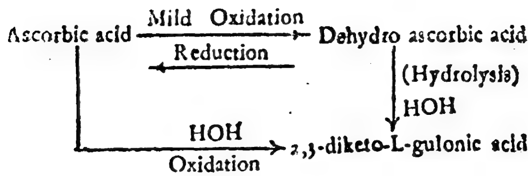
आवश्यकता (Requirement)—

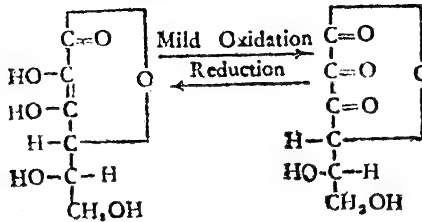
मनुष्यों के लिए (adult)—10 से 18 mg.
मुर्गी के बच्चों के लिए (chicks) 8 mg.
सूअरों के लिए (growing) 7 से 21 mg.

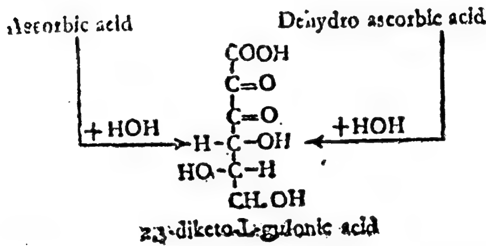
विटामिन C (Ascorbic acid)

इतिहास (History)—बारहवीं शताब्दी से ही स्कर्वी (Scurvy) रोग के बारे में लोगों को परिचय हो गया था। यह रोग अधिकांश रूप से आक्रमणी फौजों के सिपाहियों, शरणार्थियों, धर्म युद्ध के लोगों, अन्वेषकों, नाविकों तथा अकाल से पीड़ित जनता में अधिक पाया गया है। यह रोग फलों तथा सब्जियों के न खाने से अधिक होता है। सन् 1895 में यह रोग प्रयोगात्मक रूप से उत्पन्न किया गया, उसी समय थियोबाल्ड स्मिथ (Theobald Smith) ने यह बताया कि गिनी पिग (Guinea pig) को जई (Oat) तथा सूखा घास खिलाने से स्कर्वी रोग की तरह क्षतस्थल (Lesions) उत्पन्न हो जाते हैं। 1907 में होल्स्ट (Holst) तथा फ्रोलिच (Frolich) ने स्मिथ के प्रयोग की सहायता से स्कर्वी क्षतस्थल (Scurvy lesions) को पात गोभी तथा बेरी (Berry) खिला कर दूर किया और यह देखा कि ताप तथा आक्सीकरण से विटामिन C का गुण नष्ट हो जाता है। इसके बीस वर्ष पश्चात् जिल्वा (Zilva) ने नींबू के रस से सान्द्र स्कर्वीरोधी (antiscorbutic) पदार्थ प्राप्त किया तथा 1932 में किंग (King) तथा वाह (Waugh) ने इसी रस से इस पदार्थ को रवे के रूप में प्राप्त किया जिसमें स्कर्वी रोग दूर करने का गुण पाया जाता है। इस पदार्थ को ऐस्कार्बिक अम्ल (Ascorbic acid) या विटामिन C कहते हैं।

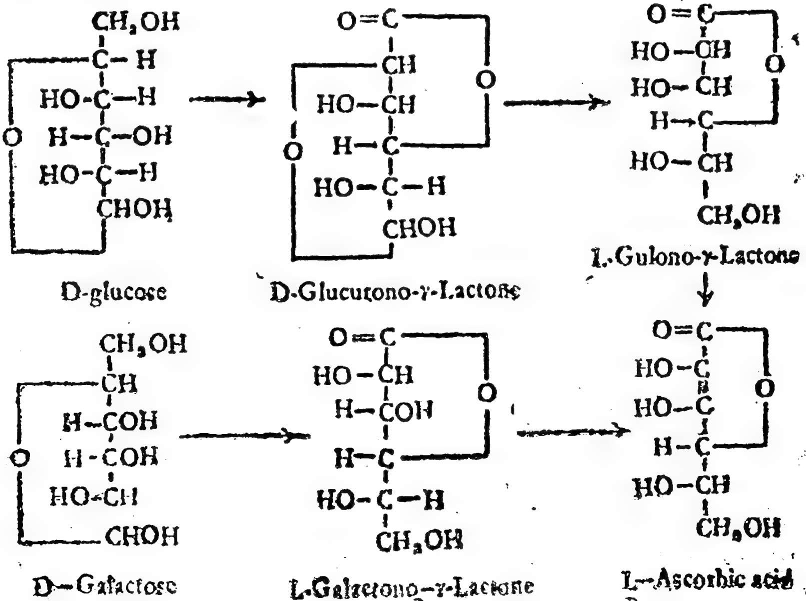
विटामिन C की केमिस्ट्री (Chemistry of Vitamin C)—यह एक सफेद रवादार अम्लीय पदार्थ है जो कि हेक्सोज (Hexose) से रसायनिक दृष्टिकोण में मिलता-जुलता है तथा तीव्र अवकारक (strong reducing agent) का कार्य करता है। जब यह आक्सीकृत (Oxidize) होता है तो तुरन्त ही डी हाइड्रोऐस्कार्बिक अम्ल में बदल जाता है, जो कि थोड़े से धातु द्वारा उत्प्रेरित हो जाती है। डी हाइड्रो ऐस्कार्बिक अम्ल (dehydro ascorbic acid) क्षार में अस्थिर है, जिसके जल विश्लेषण (Hydrolysis) के कारण लेक्टोन वलय (Lactone ring) उत्पन्न हो जाता है तथा डाई कीटो गुलोनिक अम्ल (di-keto gulonic acid) बनता है।







इस विटामिन को अधिकांश पशु अपने शरीर में ही हेक्सोज से बनाते हैं। जिसकी क्रिया निम्न है--



यह विटामिन 190°—192°C पर पिघलता है तथा इसका विशिष्ट घूर्णन (Specific Rotation) + 23° है।

विटामिन C के कार्य (Function of Vitamin C)—विटामिन C टायरोसीन (Tyrosine) के आक्सीकृत विघटन (oxidative degradation) में तथा pteroyl glutamic acid के टेट्रा हाइड्रो संजात (Tetra hydro derivative) के निर्माण में भाग लेता है। शरीर में यह अवकृत कारक (reducing agent) के निर्माण में कार्य करता है इससे कारण फेरिक (Fe^{+++}) का फेरिटिन (Ferritin) के रूप में प्रयोग हो सकता है जो कि फेरस (Fe^{++}) मय एन्ज़ाइम के निर्माण में भाग लेती है। विटामिन C अन्तः कोशिकी (intercellular) पदार्थ कोलैजेन (Collagen) के निर्माण में भी भाग लेती है जो कि ऊतियों के प्रकृत संरचना के लिए अनिवार्य है। हड्डी का बनना तथा मरम्मत इसी विटामिन के ऊपर निर्भर करता है। इसके कारण स्टेरोल (Sterol) का भी निर्माण होता है।

विटामिन C की कमी के लक्षण (Symptoms of Vitamin C deficiency)

(1) इसकी कमी के कारण स्कर्वी रोग उत्पन्न हो जाता है जिसके निम्न लक्षण हैं :

(a) शरीर में सूजन आ जाती है। (b) रक्त बहने लगता है। (c) दाँत ढीले पड़ जाते हैं। (d) हड्डी कमजोर तथा कड़कड़ाने लगती है।

(2) मूत्र में विटामिन C का उत्सर्जन (excretion) आरम्भ होने लगता है।

(3) रक्त में प्लाज्मा (plasma) की मात्रा कम हो जाती है।

(4) हड्डी तथा दाँत का बनना बन्द हो जाता है।

(5) सिमेन्टिग (cementing) पदार्थ घुल जाता है जिसके कारण पुराने घाव फिर से हरे हो जाते हैं।

(6) शरीर में एकत्रित लोह पदार्थ के प्रयोग करने की क्षमता कम हो जाती है।

प्राप्ति (Occurrence)—अम्लीय फल जैसे टमाटर, सिट्रस (citrus) पातगोभी, पत्तेदार सब्जी, अंगूर, मटर, गोल मिर्च, सोवे का साग, इत्यादि।

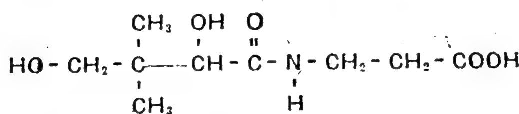
आवश्यकता (Requirement)—

मनुष्यों को—10 से 20 mg प्रतिदिन (स्कर्वी रोग के लिए)
Adult मनुष्यों के लिए — 70 से 75 mg.
गाभिन तथा दूध देने वालों के लिए—100 से 150 mg.
बच्चों के लिए 12 वर्ष तक — 35 से 75 mg.
एक INU=0·05 mg. एस्कार्बिक अम्ल

पैन्टोथेनिक अम्ल (Pantothenic Acid)

इतिहास (History)—सर्व प्रथम बेल्जियम के वैज्ञानिकों ने इस विटामिन का आविष्कार किया, तत्पश्चात 1933 में विलियम (R. J. William) तथा उनके साथियों ने इसकी उपस्थिति का पता लगाया तथा इसका नाम पैन्टोथेनिक अम्ल रक्खा। ज्यूक्स (Jukes), ऊले (Wooley) इत्यादि ने पशु-पोषण में इसके महत्व को स्थापित किया। सन् 1940 में प्राप्त करके इसकी संरचना का पता लगाया। पैन्टोथेनिक अम्ल की भोजन में आवश्यकता नहीं होती, क्योंकि यह पशुओं की आँतों में उपस्थित फ्लोरा (flora) से प्राप्त हो जाता है। इसे Filtrate factor भी कहते हैं।

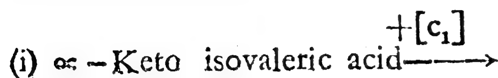
पैन्टोथेनिक अम्ल की केमेस्ट्री (Chemistry of Pantothenic Acid)—यह एक डाईपेप्टाइड (dipeptide) है जो कि एलानीन (alanine) तथा ब्यूटाइरिक अम्ल (butyric acid) के संयोग से बनती है। यह पानी में घुलनशील तथा ताप में अस्थिर है। बाजार में यह ठोस कैलिशयम पैन्टोथेनेट (calcium pantothenate) के रूप में बिकता है।



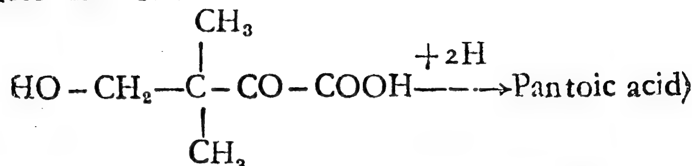
Pantothenic acid (pantoyl-β-alanine)

पैन्टोथेनिक अम्ल के कार्य (Functions of Pantothenic acid)—हरे पौधों तथा बहुत से सूक्ष्मदर्शी कीटाणु इसे अपने शरीर में बनाते हैं, परन्तु इसका निर्माण चूहों, कुत्तों, कुक्कुटों, सुअरों, बन्दरों तथा लोमड़ियों के शरीर में नहीं होता। पशुओं तथा सूक्ष्मदर्शी कीटाणुओं में यह सहएन्ज़ाइम A (Coenzyme A) के रूप में उपस्थित रहता है (A.T.P.), पैन्टोथेनिक अम्ल के अतिरिक्त सूक्ष्मदर्शी जीवाणु के कुछ वर्ग बीटा-एलानीन (β-alanine) तथा दूसरे वर्ग के जीवाणु पैन्टोइक अम्ल (Pantoic acid) लेते हैं। बैक्टीरिया में पैन्टोइक अम्ल अल्फा कीटो

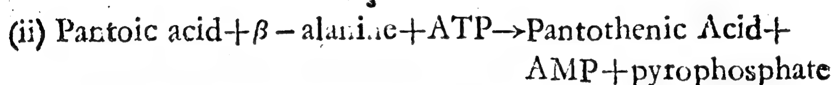
आयसोवैलेरिक अम्ल से बनता है जो A. T. P. तथा बीटा एलानीन से संयोग करके पैन्टोथेनिक अम्ल बनाता है।



(i) ∝ – Keto isovaleric acid $\xrightarrow{+[c_1]}$

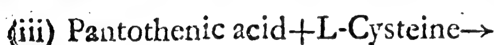


$$HO-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CO-COOH \xrightarrow{+2H} \text{Pantoic acid)}$$



(ii) Pantoic acid + β – alanine + ATP → Pantothenic Acid + AMP + pyrophosphate

उपरोक्त प्रतिक्रियायें एन्जाइम्स की उपस्थित में होती है जो कि यकृत से प्राप्त होता है।



(iii) Pantothenic acid + L-Cysteine →



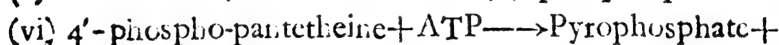
N–Pantothenyl–L–Cysteine.



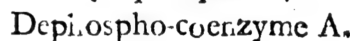
(iv) N-Pantothenyl-L-cysteine ⟶ CO_2 + Pantetheine.



(v) Pantetheine + ATP ⟶ ADP + 4′-phospho-pantetheine



(vi) 4′-phospho-pantetheine + ATP ⟶ Pyrophosphate +



Dephospho-coenzyme A.



(vii) Dephospho-coenzyme A + ATP ⟶ ADP + Coenzyme A

पैन्टोथेनिक अम्ल की कमी के लक्षण (Symptoms of Pantothenic acid deficiency)—इस विटामिन की कमी से चूहों में निम्न लक्षण उत्पन्न हो जाते हैं :

(1) वृद्धि रुक जाती है।

(2) प्रजनन प्रक्रम क्षीण हो जाती है।

(3) बाल पिगमेंट की कमी के कारण भूरे हो जाते हैं (Achromotrichia).

(4) यकृत में सहएन्जाइम A की मात्रा कम होकर 50% तक हो जाती है।

(5) कुक्कुटों को त्वचा शोथ (dermatitis) हो जाता है।

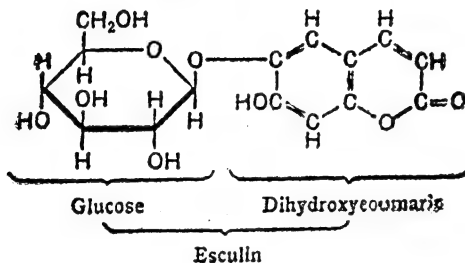
प्राप्ति (Occurrence)—यीस्ट, यकृत, अण्डा, मांस, गुर्दा, चावल की भूसी तथा सब्जी, इत्यादि।

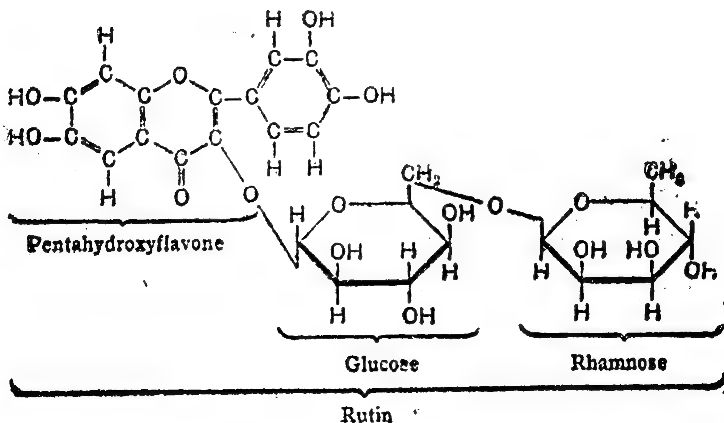
आवश्यकता (Requirement) :—

कुक्कुट—2.5 से 5.0 mg प्रति पौंड भोज्य पदार्थ पर। बतख (duck) तथा टर्की (turkey) की इससे कुछ अधिक मात्रा में पैन्टोथेनिक अम्ल की आवश्यकता होती है।

विटामिन P (Citrin)

सन् 1936 में Sezent-Györgyi ने यह देखा कि जब गाइना पिग के स्कर्वी रोग में जब शुद्ध ऐस्कार्बिक अम्ल खिलाया जाता है तो अधस्त्वक (sub-cutaneous) तथा अंतः त्वचा (Intracutaneous) रुधिर स्राव (Hemorrages) के लिए उतना रामबाण नहीं सिद्ध होता जितना कि साइट्रस फल के रस देने से होता है। इस फल के इस कारक का नाम विटामिन P रक्खा गया। इन





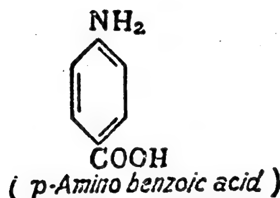
वैज्ञानिकों ने इस रस से फ्लैवोन्वायड पिगमेंट (Flavonoid pigment) का मिश्रण प्राप्त किया। फ्लैवोन (Flavone) तथा फ्लैवोनोल्स (Flavonols) पीले रंग के पिगमेंट हैं, जो कि पौधों में ग्लाइकोसाइड के रूप में पाये जाते हैं। इनके कार्य

के बारे में अभी तक पता नहीं चला है। एस्कुलीन (Esculin) तथा रिवटिन (Rutin) विटामिन P के महत्वपूर्ण सदस्य हैं जो कि क्रमशः चेस्ट नट (Chest nut) तथा बक व्हीट (Buck wheat) में पाया जाता है।

पैरा—एमिनो बेन्जोइक अम्ल (P A B A)

इस विटामिन के बारे में कार्बनिक रसायनिकों को सन् 1863 से ही कुछ-कुछ ज्ञान था। 1940 में इसे accessary भोज्य कारक के रूप में अपनाया गया। उसी वर्ष यह भी देखा गया कि PABA के कारण गंधक औषधि (S-drug) का क्षति शील प्रभाव नष्ट हो जाता है। यह चूहों तथा कुक्कुटों के पोषण के लिए अनिवार्य है। हाल ही में कुछ लोगों ने बताया कि PABA फोलिक अम्ल के अणु का एक अंश है।

PABA की केमिस्ट्री (Chemistry of PABA)—यह एक सफेद रवादार पाउडर है, जो कि पानी में घुलनशील है। इसमें ऐमिनो वर्ग बेन्जीन वलय (ring) से पैरा (p) स्थान पर जुड़ा रहता है।



(p-Amino benzoic acid)

PABA के कार्य (Functions of PABA)—संभवतः यह विटामिन भी पैटोथेनिक अम्ल की तरह कुछ आँत के बैक्टीरिया की वृद्धि के लिए अनिवार्य है जो कि उसके बदले में दूसरे विटामिन का निर्माण करता है। यह विटामिन चूहों के एक्रोमोटरिचिया (Acromotrichia) रोग को दूर करती है।

प्राप्ति (Occurrence)—यीस्ट, गेहूँ का अँखुआ, सीरा (Molasses), चावल की भूसी।

आवश्यकता (Requirement)

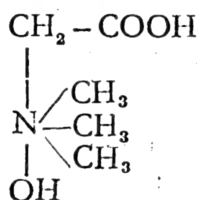
कुक्कुट—30 mg प्रति 100 gms भोजन (ration) पर,

कोलीन (Choline)

यद्यपि इस विटामिन को पानी में घुलनशील विटामिन के वर्ग में रखा गया

है, परन्तु कुछ वैज्ञानिकों का मत भिन्न है। कोलीन लेसिथिन का एक आवश्यक अंग है :

कोलीन की केमिस्ट्री (Chemistry of Choline)—यह रंगहीन तथा चिपचिपा द्रव है जो कि पानी व एल्कोहल में घुलनशील है। यह कार्बन डाई आक्साइड (CO_2) तथा अम्लों से शीघ्र संयोग करती है। कोलीन अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH_4OH) का संजात (derivative) है।



(Choline hydroxy ethyl trimethyl ammonium hydroxide)

कोलीन के कार्य (Function of Choline)—यह ऊतियों के उपापचयन के लिए अनिवार्य है, जिसमें यह मिथाइल-अंतरण (Transmethylation) का कार्य करती है। जब आवश्यक ऐमिनो अम्ल जैसे मिथियोनाइन (Methionine) भोजन से प्राप्त नहीं होता तो कोलीन अपना मिथाइल ($-CH_3$) वर्ग अनावश्यक (Non-essential) ऐमिनो अम्ल होमोसिस्टीन (Homocystein) को देकर मिथियोनाइन बना लेती है। कोलीन बहुत से फास्फैटाइड्स (Phosphatides) तथा फास्फालाइपिड (Phospholipid) का अनिवार्य अंग है। एसिटिलकोलीन (acetyl choline) रक्त के दबाव को कम करता है। इसके कारण यकृत नशीले पदार्थों के अभाव से सुरक्षित रहता है।

कोलीन की कमी के लक्षण (Symptoms of choline deficiency)

(1) यकृत में वसीय अम्लों का उपापचयन न होने के कारण आकार बढ़ जाता है। जिससे वसा पदार्थ एकत्रित हो जाता है तथा नेक्रोसिस (Necrosis) रोग उत्पन्न हो जाता है।

(2) गुर्दे से रक्त आने लगता है (चूहों में) तथा आकार बढ़ जाता है।

प्राप्ति (Occurrence)—यकृत, गुर्दा, मस्तिष्क, नाड़ी की ऊति, अनाज, सोयाबीन का तेल, हृदय, यीस्ट, मांस तथा कुछ वनस्पतिक तेल।

आवश्यकता (Requirement)—कोलीन की आवश्यकता बढ़ते हुए पशुओं को अधिक होती है। मनुष्यों में इसकी आवश्यकता अज्ञात है।

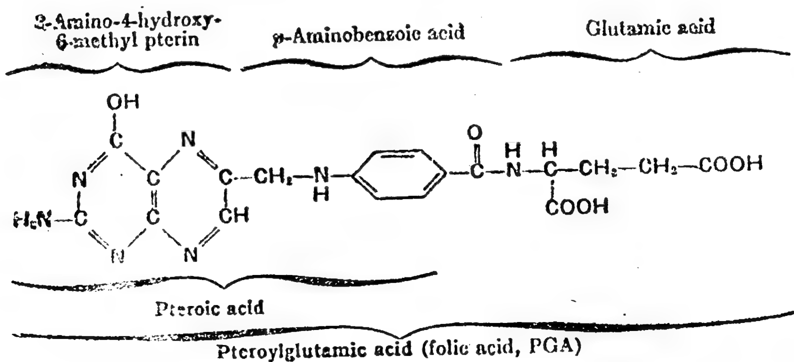
कुत्ता	—	35 mg.	कोलीन प्रति किलोग्राम शरीर भार पर
चूहा	—	20 mg.	” ” ” ” ” ”
कुक्कुट	—	75 mg.	” ” ” ” ” ”

विटामिन M (Folic acid)

इस पोषक कारक के बारे में सर्वप्रथम डे (Day) ने बताया और यह देखा कि यीस्ट द्वारा nutritiona lcytoperia रोग ठीक किया जा सकता है। सन् 1939 में होगन (Hogan) तथा पैरट (Parrot) ने यह देखा कि चिक्स (Chicks) में Cacrocytic anemea रोका व ठीक किया जा सकता है। उस समय इसे विटामिन B_c कहा जाता था। विस्कान्सिन (Wisconsin) के लोगों ने बहुत से पौधों के पत्तियों से उत्तेजित अम्ल प्राप्त किया जिसका नाम फोलिक अम्ल रक्खा गया, (Day) ने इसका नाम विटामिन M रक्खा।

फोलिक अम्ल की केमिस्ट्री (Chemistry of Folic acid)—फोलिक अम्ल एक पीले रङ्ग का चमकदार टेरोइल ग्लूटामिक अम्ल (Pteroyl glutamic Acid = PGA) है जो कि अम्लीय माध्यम में अस्थिर है। यह तीन प्रकार के यौगिकों से मिलकर बना है :

(1) टेरिडीन (Pteridine)
(2) पैरा-एमिनो बेन्जोइक अम्ल (p-aminobenzoic acid)
(3) ग्लूटामिक अम्ल (Glutamic acid)



फोलिक अम्ल के कार्य (Function of Folic acid)—यह लाल रुधिर कणिका (R. B. C.) के बनने की गति को बढ़ाता है तथा जीवित कोशिकाओं के उपापचयन की सहायता करता है। यह सहएन्जाइम (Coenzyme) के रूप में

सम्बन्धित है जो कि उन पदार्थों के निर्माण में काम आता है जिसमें मिथाइल ($-CH_3$) वर्ग बनता है तथा उसका आदान प्रदान होता है। यह चूहों, बन्दरों तथा मनुष्यों की रक्त क्षीणता (anemia) रोग को रोकता है। यह चूहों के दुग्धस्रवण (Lactation) तथा टर्की कुक्कुटों तथा गायनाविग के अण्डे फूटने (Hatchibility) तथा साधारण वृद्धि के लिए आवश्यक है।

फोलिक अम्ल के कमी के लक्षण (Symptoms of folic acid defeciency)—

(1) वृद्धि रुक जाती है।

(2) मैक्रोसायटिक रक्त क्षीणता (macrocytic anemia) रोग गाभिन अवस्था में तथा बच्चों को हो जाता है।

प्राप्ति (Occurence)—यकृत, यीस्ट, गुर्दा, गोमांस (Beef) गेहूँ तथा हरी सब्जियों के पत्ते।

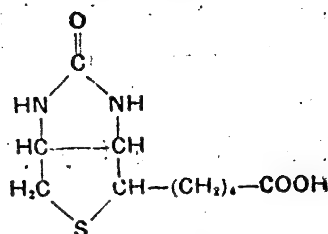
आवश्यकता (Requirement)—इस विटामिन के बारे में पूर्ण रूप से ज्ञान नहीं हो सकता है। अधिक मात्रा में यह विषाक्त (Toxic) है।

विटामिन H (Biotin)

सन् 1936 में काग्ल (Kogl) तथा टानिस (Tonnis) ने सूखे अण्ड-पीत से एक रवादार पदार्थ प्राप्त किया, जो कि वृद्धि के लिए आवश्यक है, इसका नाम बायोटीन रक्खा गया। उसी के कुछ वर्षों के बाद एक पदार्थ की खोज हुई जो कि राइजोबियम की वृद्धि तथा श्वसन क्रिया के लिए अनिवार्य है जिसका नाम सह एन्जाइम R रक्खा गया। इसी के कुछ ही समय बाद इन लोगों को पता चला कि इन दोनों पदार्थों में कोई अन्तर नहीं है। बैटेमन (Bateman) ने कई वर्षों पूर्व ही यह पता लगा लिया था कि अधिक अण्ड श्वेत (egg white) खिलाने से शरीर में विषाक्त (Toxicity) हो जाता है। सन् 1926 में बोस (Boas) ने चूहों में श्वेत अण्ड क्षति (white egg injury) के बारे में बताया जिसमें त्वचाशोथ (dermatitis) व बाल का गिरना तथा मांसपेशी (muscle) का असमन्वय (incoordination) आरम्भ हो जाता है और यह भी देखा कि यीस्ट, यकृति इत्यादि से अण्ड श्वेत क्षति दूर हो जाती है।

बायोटीन की केमिस्ट्री (Chemistry of Biotin)—यह पानी तथा एल्कोहल में घुलनशील, रङ्गहीन, ताप में स्थिर, रवादार, ठोस तथा अम्लीय प्रकृति का होता है। बायोटीन आठ सदस्य के वलय (ring) से बना है जिसका एक भाग थायोफीन न्यूक्लियस A (Thiopene Nucleus A) से तथा दूसरा भाग यूरिया

की तरह के संरचना इमिडा जोल न्यूक्लियस (Imidazole nucleus) से बना है।



Biotin

(2′ – Keto – 3,4 – imidazolido – 2-tetra hydro thiopene – n – Valeric acid)

बायोटीन के कार्य (Functions of Biotin)—यह अनुमान लगाया जाता है कि बायोटीन उपापचयन के तीन (Phase) से प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से सम्बन्ध रखता है :

(i) ऐस्पार्टिक अम्ल (Aspartic acid) तथा अन्य नाइट्रोजनमय पदार्थों के उपापचयन से।

(ii) कुछ यौगिकों के कार्बाक्जिल हरण में भाग लेता है। जैसे आक्जैलो एसिटिक, आक्जैलो सक्सीनिक तथा सक्सीनिक अम्ल।

(iii) यह ओलीक अम्ल (Oleic acid) के निर्माण के भी सम्बन्ध रखता है।

ऐस्पार्टिक अम्ल (Aspartic acid) के निर्माण में बायोटीन (Biotin) की आवश्यकता पड़ती है। इसके अतिरिक्त यह नाइट्रोजनमय पदार्थों के निर्माण में भाग लेती है। बायोटीन सम्भवतः एन्जाइम के निर्माण में भी भाग लेती है। यह विश्वास किया जाता है कि यह प्रजनन (reproduction), कार्बन डाइआक्साइड (CO_2), स्थिरीकरण (fixation) तथा वसा व प्रोटीन के उपापचयन में भी भाग लेता है।

बायोटीन की कमी के लक्षण (Symptoms of Biotin defeciency) - इसकी कमी के लक्षण कुक्कुटों, बन्दरों तथा बछड़ों में देखे गये हैं।

(1) श्वेत अण्ड क्षति (white egg injury) हो जाती है।

(2) वृद्धि रुक जाती है।

(3) एक प्रकार का चर्म रोग हो जाता है; (त्वचाशोथ=Dermatitis)

(4) चूहों के बाल गिरने लगते हैं।

(5) शरीर के भार में कमी होने लगती है।

प्राप्ति (Occureuce)—यकृत, यीस्ट, दूध, गुर्दा, पज़ोम व अण्डपीत।

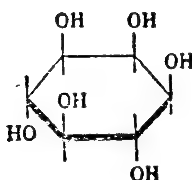
आवश्यकता (Requrement)—बायोटीन की आवश्यकता जुगाली करने वाले पशुओं को नहीं होती।

मनुष्य— 50 से 300 micro gm. प्रतिदिन

चिक्स (Chicks)—·045 से ·07 m. gm. प्रति पौण्ड भोजन पर

इनोसिटोल (Inositol)

सन् 1940 में ऊले (Wooley) ने इस पदार्थ के कमी के कारण चूहों में खालित्य (alopecia) रोग पाया गया। इनोसिटाल पशुओं के लिए बहुत ही अनिवार्य है। इसके उपस्थिति में यकृत में वसा उपापचयन भली-भाँति होता है जिसके कारण वसा यकृत में एकत्रित नहीं हो पाता। इनोसिटोल एक स्थिर, पानी में घुलनशील पदार्थ है। इसके कमी के लक्षण केवल चूहों में ही देखी गई है। यह अनाज, गेहूँ, भूसी तथा यीस्ट में पाया जाता है।

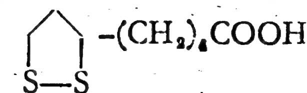


meso-Inositol

(Hexa hydroxycyclo hexane)

लिपोइक अम्ल (Lipoic acid)

लिपोइक अम्ल पाइरुविक आक्सीकरण कारक (Pyruvic Oxidation factor) का काम करती है। यह $DPNH_2$ के द्वारा अवकरित (reduce) हो जाता है यह प्रतिक्रिया di hydrolipoic dehydrogenase एन्जाइम के उपस्थिति में होता है।



Lipoic acid

११ | परमाणु (atom) तथा समस्थानिक (Iso.opes)

परमाणु (Atom)—1803 में जान डाल्टन ने अपने परमाणु के सिद्धान्त में यह बताया कि सभी तत्व सूक्ष्म तथा अविभाज्य कणों से मिलकर बना है और एक ही तत्व के सभी कण आपस में रसायनिक तथा भौतिक गुणों के दृष्टिकोण से एक समान होते हैं। उस समय लोगों का यह अनुमान था कि परमाणु अत्यन्त ठोस होते हैं, परन्तु उन्नीसवीं सदी के अंत में यह सिद्ध हो गया कि परमाणुओं की एक जटिल संरचना है तथा उसमें रिक्त स्थान भी है। २०वीं ई० के भौतिकशास्त्रियों ने डाल्टन के इस विचार को कि परमाणु अविभाज्य हैं तथा न्यूटन के विचार को कि परमाणु बिलकुल ठोस, गलत सिद्ध कर दिया।

सन् 1895 में रोन्टजेन (Roentgen) ने एक्स किरणों (x—rays) तथा 1896 में हेनरी बेक्वेरेल (Henri Becquerel) ने रेडियो धर्मिता (Radio activity) की खोज की, जिसके पश्चात् परमाणुओं के संरचना का अध्ययन तेजी से आरम्भ होने लगा, और करीब तीस वर्षों के अन्दर ही यह सिद्ध हो गया कि प्रत्येक परमाणु तीन प्रकार के कणों से मिलकर बना है :

(1) ऋणाणु (Electron)
(2) धनाणु (Proton)
(3) क्लीवाणु (Neutron)

ऋणाणु (Electron) ऋणात्मक, धनाणु (Proton) धनात्मक तथा क्लीवाणु (Neutron) उदासीन होता है। प्रोटान तथा न्यूट्रान का भार करीब-करीब एक दूसरे के बराबर होता है, परन्तु ये एलेक्ट्रान से 1840 गुना भारी होते हैं, परमाणुओं की संरचना की खोज में अनेक वैज्ञानिकों ने तपस्या की जिनमें जे० जे० थाम्सन (फ्रांस), अर्नेस्ट रदर फोर्ड (इंगलैण्ड), नील बोर (डेनमार्क) तथा चैडविक के नाम मुख्य हैं।

परमाणुओं की संरचना के बारे में इन वैज्ञानिकों ने यह बताया कि प्रोटान तथा न्यूट्रान एक न्यूक्लियस (Nucleus) में रहते हैं, जिसमें कि परमाणुओं का

भार निहित रहता है। यह न्यूक्लियस परमाणु के बीच में रहता है तथा एलेक्ट्रान न्यूक्लियस के चारों तरफ उसी भांति घूमते हैं जिस प्रकार सूर्य के चारों ओर भिन्न-भिन्न दूरी पर भिन्न-भिन्न ग्रह घूमते हैं। एलेक्ट्रान जिन घेरों से होकर घूमते हैं उन घेरों को Orbit कहते हैं, जिनकी संख्या भिन्न-भिन्न परमाणुओं में भिन्न भिन्न होती है। इन घेरों पर एलेक्ट्रान की संख्या कई नियमों पर आधारित है जो कि इस प्रकार है—

(i) किसी भी घेरे पर एलेक्ट्रान की संख्या $2n^2$ से अधिक नहीं हो सकती, अर्थात् पहले घेरे में दो ($2 \times 1^2 = 2$), दूसरे घेरे में आठ ($2 \times 2^2 = 8$), तीसरे घेरे में अट्ठारह ($2 \times 3^2 = 18$) तथा चौथे घेरे में बत्तीस ($2 \times 4^2 = 32$) एलेक्ट्रान से अधिक नहीं हो सकती।

n = घेरे की संख्या (जैसे पहला, दूसरा, तीसरा इत्यादि)

(ii) सबसे बाहर वाले घेरे में दो (यदि पहला घेरा है) अन्यथा आठ एलेक्ट्रान से अधिक नहीं हो सकता।

रदरफोर्ड के प्रयोगों द्वारा परमाणु का अर्धव्यास (radius) 10^{-8} Cm. $\left(\frac{1}{10,00,00,000}\text{ C.m.}\right)$ तथा न्यूक्लियस का अर्धव्यास 10^{-13} Cm. होता है। अर्थात् न्यूक्लियस अपने परमाणु से 10^5 (100,000) गुना छोटा है।

समस्थानिक (Isotopes)—परमाणुओं की संरचना के अध्ययन के पश्चात् वैज्ञानिकों ने यह देखा कि प्रकृति में कुछ ऐसे भी तत्व हैं, जिनके परमाणुओं के रसायनिक गुण तो समान हैं, परन्तु उनके भार में विभिन्नता होती है। किसी तत्व के ऐसे परमाणुओं में एलेक्ट्रान तथा प्रोटान की संख्या तो बराबर रहती है, परन्तु उनमें न्यूट्रान की संख्या भिन्न-भिन्न होती हैं। प्रोटान तथा एलेक्ट्रान की संख्या बराबर होने के कारण ये आवर्त सारणी (Periodic table) में एक ही स्थान में रक्खे गये हैं। ऐसे परमाणुओं को उस तत्व का समस्थानिक (Isotopes) कहते हैं। जैसे—यूरेनियम का U^{238}, U^{235}, U^{234} इत्यादि यूरेनियम के इन परमाणुओं के भार इनके ऊपर लिखे गये हैं जो कि भिन्न-भिन्न हैं परन्तु उनके सभी परमाणुओं में 92 एलेक्ट्रान तथा 92 प्रोटान रहते हैं। किसी तत्व के समस्थानिक को उनके संकेत के ऊपर परमाणु भार की संख्या रख कर प्रदर्शित किया जाता है जैसे—

O^{17}, O^{18}	—	आक्सीजन	O^{16}	का समस्थानिक है।
H^2, H^3	—	हाइड्रोजन	H^1	का समस्थानिक है।
C^{14}	—	कार्बन	C^{12}	का समस्थानिक है।
P^{32}	—	फास्फोरस	P^{31}	का समस्थानिक है।

समस्थानिक दो प्रकार के होते हैं—

(1) स्थिर समस्थानिक (Stable isotopes)

(2) रेडियो धर्मी समस्थानिक (Radioactive isotopes)

कुछ स्थिर समस्थानिक के लिए heavy शब्द का प्रयोग होता है जैसे H^2, H^3 तथा O^{17} व O^{18}. Heavy Water उस जल को कहते हैं जिसमें heavy हाइड्रोजन या आक्सीजन रहता है। हाइड्रोजन समस्थानिक के अन्य नाम भी हैं प्रोटोनियम (Protonium=H^1), डिवटेरियम (deuterium=H^2), ट्राइटियम (Tritium=H^3)

स्रोत (Sources)—समस्थानिक दो प्रकार से प्राप्त होता है :

(i) प्रकृति (Nature) द्वारा

(ii) कृत्रिम (Artifecial) विधि द्वारा

केवल बहुत भारी तत्वों को छोड़ कर अन्य प्रकृति समस्थानिक स्थिर (Stable) होते हैं। परन्तु कृत्रिम समस्थानिक स्थिर नहीं होते। दूसरे शब्दों में यह कहा जा सकता है कि ये रेडियो धर्मी समस्थानिक है।

रेडियो धर्मी तत्व (Radio active element)—संसार में कुछ ऐसे भी तत्व पाये जाते हैं जिनके परमाणु लगातार तीन प्रकार के किरणों में टूटते रहते हैं। जिन्हें अल्फा (α), बीटा (β), तथा गामा (γ) किरणें कहते हैं। ऐसे तत्वों को रेडियो धर्मी तत्व कहते हैं, जैसे—रेडियम (Ra), यूरेनियम (U), थोरियम (Th) इत्यादि। अल्फा (α) दो प्रोटान तथा दो न्यूट्रान से बना है तथा इसमें दो धन चार्ज (Charge) रहता है। बीटा (β) में केवल एलेक्ट्रान के कण रहते हैं तथा गामा (γ) किरणें सूर्य के प्रकाश की तरह एक प्रकार की उर्जा है।

कुछ प्रकृति स्थिर समस्थानिकों की सूची

तत्व	संकेत	तत्व	संकेत
हाइड्रोजन (Hydrogen)	H^1, H^2	नाइट्रोजन (Nitrogen)	N^{14}, N^{15}
हीलियम (Helium)	He^4, He^3	आक्सीजन (Oxygen)	O^{16}, O^{17}, O^{18}
लीथियम (Lithium)	Li^7, Li^6	फास्फोरस (Phosphorus)	P^{31}
बोरान (Boron)	B^9	कैल्शियम (Celcium)	$Ca^{40, 42, 43, 44, 46, 48}$
कार्बन (Carbon)	C^{12}, C^{13}		

समस्थानिकों की तैयारी (Preparation of Isotopes)—प्रकृति में 56 तत्व ऐसे पाये जाते हैं जिनमें दो या दो से अधिक स्थिर समस्थानिक मिश्रण के रूप में पाये जाते हैं। इन समस्थानिकों को निम्न विधियों से प्राप्त किया जा सकता है :

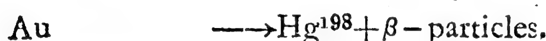
(1) विसरण (Diffusion) द्वारा—भिन्न-भिन्न भार वाले परमाणुओं का विसरण भिन्न होता है जिसके कारण इन्हें एक दूसरे से अलग किया जा सकता है।

(2) मास स्पेक्ट्रोग्राफ (Mass Spectrograph) द्वारा—इस विधि में समस्थानिकों के मिश्रण को चुम्बकीय क्षेत्र (magnetic field) में प्रवेश करते हैं जहाँ पर हल्के समस्थानिकों की अपेक्षा भारी समस्थानिक अधिक विक्षेप (deflect) होते हैं जिसके कारण ये एक दूसरे से अलग हो जाते हैं।

(3) तत्त्वांतरण (Transmutation) द्वारा—इस विधि में परमाणु के न्यूक्लियस में न्यूट्रान भेज कर समस्थानिक प्राप्त करते हैं, जैसे :—



$$Au^{197} + n \longrightarrow Au^{198} + \gamma - \text{rays.}$$



$$Au \longrightarrow Hg^{198} + \beta - \text{particles.}$$

Hg^{198} को मर्करी प्रकाश (Mercury light) में प्रयोग किया जाता है।

स्थिर समस्थानिकों की पहचान (Detection of stable isotopes)—समस्थानिकों की उपस्थिति निम्न विधियों से करते हैं :

(1) मास स्पेक्ट्रोमीटर (Mass Spectrometer) द्वारा

(2) मास स्पेक्ट्रो ग्राफ (Mass Spectro graph) द्वारा—यह स्पेक्ट्रोमीटर की तरह होता है, परन्तु इसमें समस्थानिकों की रेखा फोटोग्रैफिक प्लेट पर अंकित हो जाती है। इसे समस्थानिकों के सही विश्लेषण के लिए प्रयोग नहीं किया जाता है।

रेडियोधर्मी समस्थानिक (Radio active isotopes या Radio isotopes)— रेडियोधर्मी समस्थानिक वे हैं, जिनके परमाणु निरन्तर अल्फा (α), बीटा (β) तथा गामा (γ) किरणों में टूटते रहते हैं। इन्हें α, β तथा γ विकीर्णन (radiation) भी कहते हैं।

अल्फा-कण (α – particle)—ये दो प्रोटान तथा दो न्यूट्रान से बने हैं। इनके ऊपर दो धन (++) का चार्ज (Charge) रहता है, जिसके कारण बहुत अधिक संख्या में आयन्स (ions) के जोड़े उत्पन्न करने की क्षमता रहती है। इसका वेग प्रति सेकेन्ड 20,000 Km है ($V = 2 \times 10^4$ Km/Sec). Km = किलोमीटर।

बीटा-कण (β – Particle)—ये एलेक्ट्रान के कण होते हैं। इनमें आयनीकरण (ionization) की क्षमता अल्फा कण से कम होती है। कुछ बीटा-कणों का वेग करीब 300,000 Km. प्रति सेकेन्ड है ($V = 3 \times 10^5$ Km/Sec).

गामा-किरण—(γ – ray)—ये सूर्य के प्रकाश की तरह विद्युत चुम्बकीय (Elechomagnetic) होते हैं, परन्तु इनकी तरङ्ग लम्बान (wave lcugth) प्रकाश से छोटी होता है, इनमें बीटा कण से भी अधिक भेदने की शक्ति है परन्तु आयनीकरण करने की क्षमता अल्फा (α) तथा बीटा (β) से बहुत ही कम होती है।

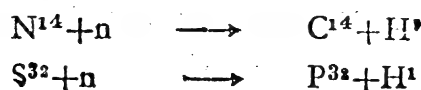
रेडियोधर्मी समस्थानिक धीरे-धीरे अल्फा (α), बीटा (β) तथा गामा (γ) विकीर्णन में निरंतर टूटते रहते हैं जिसके कारण कुछ समय के पश्चात उनके भार आधे हो जाते हैं। भिन्न-भिन्न रेडियोधर्मी समस्थानिक आधे भाग को अल्फा, बीटा तथा गामा विकीर्णन में बदलने के लिए भिन्न समय लगता है जिसे उनका अर्ध जीवन (Half life) कहते हैं। Au^{198}, Au^{199}, Pt^{199} के अर्ध जीवन क्रमशः 2·7 दिन, 3·3 दिन तथा 31 मिनट हैं। अर्थात इतने समय में इन तत्वों का आधा भाग भार के अनुसार α, β, तथा γ विकीर्णन में बदल जाते हैं। अभी तक कुल 1,300 समस्थानिक 101 तत्वों द्वारा प्राप्त हो चुके हैं, जिनमें से 800 समस्थानिक रेडियोधर्मी हैं। समस्थानिकों के रेडियोधर्मिता (Radioactivity) आमतौर से क्यूरी (Curie=C) में प्रदर्शित किया जाता है। जब कोई रेडियोधर्मी समस्थानिक एक सेकेन्ड में $3{\cdot}700 \times 10^{10}$ बार टूटता (disintigrate) है तो एक क्यूरी (c) कहलाती है।

रेडियोधर्मी समस्थानिकों की तैयारी (Production of Radioactive isotopes)—रेडियोधर्मी समस्थानिक निम्न विधियों द्वारा प्राप्त किया जा सकता है :

(1) **प्राकृतिक रेडियोधर्मी समस्थानिक**—ये प्रकृति में पाये जाते हैं जैसे Ra^{226} ऐसे समस्थानिक बहुत ही कम मात्रा में पाये जाते हैं, जिसके कारण इनका मूल्य बहुत ही अधिक होता है।

(2) **कृत्रिम (Artifecial) रेडियोधर्मी समस्थानिक**—ये दो प्रकार से प्राप्त किया जा सकता है।

(a) **न्यूट्रान कैप्चर (Capture) द्वारा**—जैसे—जब नाइट्रोजन (N^{14}) को न्यूट्रान कण से टकराते (bombard) हैं तो रेडियोधर्मी कार्बन (C^{14}) तथा हाइड्रोजन (Protonium=H^1) प्राप्त होता है। इसी प्रकार से गन्धक (S^{32}) से रेडियोधर्मी फास्फोरस (P^{32}) प्राप्त किया जा सकता है



$$N^{14} + n \longrightarrow C^{14} + H^1$$
$$S^{32} + n \longrightarrow P^{32} + H^1$$

(b) सायक्लोट्रान (Cyclotron) के प्रभाव द्वारा—इस विधि से जो रेडियोधर्मी समस्थानिक प्राप्त होता है, उसे अन्वेषण (Research) के लिए प्रयोग किया जाता है।

रेडियो धर्मिता की नाप (Measurement of Radio Activity)—रेडियोधर्मी समस्थानिकों की रेडियोधर्मिता (radioactivity) निम्न यन्त्रों से ज्ञात किया जाता है :—

(1) गीगर-मुलर काउन्टर (Geiger-Muller counter) द्वारा—इसके द्वारा विकर्णन के कण का पता चलता है। यह एक चौकोर बाक्स के आकार का यन्त्र होता है जिसमें दो एलेक्ट्रोड इस प्रकार लगे रहते हैं कि उनके एक-एक सिरे एक दूसरे से काफी समीप रहते हैं। जब इसके चेम्बर में रेडियोधर्मी किरणें प्रवेश करती हैं तो उन एलेक्ट्रोड के बीच का स्थान सुचालक हो जाता है तथा विद्युत एक एलेक्ट्रोड से दूसरे एलेक्ट्रोड में प्रवेश करने लगती है। जो कि सूई के घुमाव से पता लगता है।

(2) एलेक्ट्रोमीटर (Electrometer) द्वारा—इस यन्त्र से आयनीकरण की मात्रा मालूम होती है जो कि विकीर्णन द्वारा उत्पन्न होती है।

(3) फोटोग्राफिक एमल्शन (Photo graphic emulsion) द्वारा—यह विधि बहुत ही सस्ता तथा साधारण है जिसके द्वारा विकीर्णन की तीव्रता (intensity) मालूम होती है।

कुछ रेडियोधर्मी समस्थानिकों की सूची

तत्त्व ——→	रेडियो-समस्थानिकों के संकेत	तत्त्व	रेडियो-समस्थानिकों के संकेत
हाइड्रोजन (Hydrogen)	H^3	आर्सेनिक (Arsenic)	As^{76}
कार्बन (Carbon)	C^{14}	ब्रोमीन (Bromine)	Br^{82}
सोडियम (Sodium)	Na^{24}	स्ट्रान्शियम (Strontiam)	Sr^{89}
फासफोरस (Phosphorus)	P^{32}	चाँदी (Silver=Argentum)	Ag^{110}
गन्धक (Sulphur)	S^{35}	टिन (Tin=Stennous)	Sn^{113}
क्लोरिन (Chlorine)	Cl^{36}	आयोडीन (Iodine)	I^{131}
पोटैशियम (Potassium)	K^{42}	बेरियम (Barium)	Ba^{131}
कैल्शियम (Calcium)	Ca^{45}	प्लैटिनम (Platinum)	Pt^{197}
लोहा (Iron=Ferrum)	Fe^{55}	सोना (Gold=Aurum)	Au^{198}
कोबाल्ट (Cobalt)	Co^{60}	पारा (Mercury)	Hg^{197}
निकल (Nickle)	Ni^{59}		
ताँबा (Copper=Cuperum)	Cu^{64}		
जस्ता (Zinc)	Zn^{65}		

रेडियोधर्मी समस्थानिकों का महत्त्व (Importance of Radio active isotopcs)—इसके उपयोगों को मुख्य रूप से दो वर्गों में विभक्त कर सकते हैं :

(1) ट्रेसर (Tracer) के रूप में,
(2) ऊर्जा (Energy) के रूप में।

ट्रेसर (Tracer) के रूप में रेडियोधर्मी समस्थानिक आजकल निम्न क्षेत्रों में बहुत अधिक प्रयोग किया जा रहा है। परन्तु यहाँ पर इसका कृषि (agriculture) में महत्व का ही वर्णन किया जायगा।

(1) कृषि (agriculture), (2) रसायन विज्ञान (Chemistry), (3) उद्योग (Industry), (4) औषधि (Madicine), (5) रेडियो चक्षु (Radio eyes), (6) फैक्टरी (Factory), भूगर्भीय घड़ी (Geological clock), (7) वैज्ञानिकीय अन्वेषण (Scientific researches).

कृषि में रेडियोधर्मी समस्थानिकों का महत्व (Importance of radio active isotopes in Agriculture)—

(1) उपज (Yield)—रेडियो धर्मी समस्थानिकों के द्वारा फसलों की उपज बढ़ाई जा सकती है। प्रयोगों द्वारा यह देखा गया है कि जब मक्के के पौधों को रेडियो धर्मी कोवाल्ट (Co^{60}) के अल्प मात्रा से विकीर्णित (Irradiate) करते हैं, तो पौधों के हरे भाग की वृद्धि 15% बढ़ जाती है। इसके अतिरिक्त इसके द्वारा पुष्प अधिक संख्या में निकलते हैं तथा बीज जल्द पकते हैं।

(2) रोगों की रोकथाम (Disease Control)—रेडियोधर्मी समस्थानिकों के द्वारा पौधों में बीमारी को रोकने या सहन करने की क्षमता बढ़ाई जा सकती है।

(3) नई किस्में (New varieties)–रेडियोधर्मी समस्थानिकों के विकीर्णन द्वारा पौधों में प्रजनन (Breeding) करा कर नये तथा लाभदायक किस्म भी उत्पन्न किये जा सकते हैं। ब्रेस्लावेट्स (L. P. Breslavets) ने अपने प्रयोग द्वारा यह बताया कि विकोर्णन के द्वारा पौधों के कोशिका विभाजन (Cell division) को बढ़ाया जा सकता है। अब तो वैज्ञानिक लोग इसके द्वारा बीजांकुरण को भी बढ़ाने की चेष्टा कर रहे हैं।

(4) भण्डार (Storage)—बीजों को रेडियो समस्थानिकों से विकीर्णित करा कर अधिक दिनों तक बिना नष्ट हुये एकत्रित किया जा सकता है। इस प्रकार से एकत्रित करने से आलू बहुत वर्षों तक ताजा एवं रसीला रह सकता है। जिन

सब्जियों को इस प्रकार विकीर्णित करते हैं वे मरते नहीं बल्कि प्रसुप्त (dormant) अवस्था में ही रहते हैं।

(5) उर्वरक का प्रयोग (use of fertilizers)—रेडियोधर्मी तत्वों को प्रदर्शक (Tracer) के रूप में प्रयोग करके अब यह भलीभाँति मालूम किया जा चुका है कि किस अवस्था में तथा किस खाद तथा उर्वरक का उपयोग पौधे अधिक करते हैं। इसे ज्ञात करने के लिए रेडियोधर्मी समस्थानिकी फास्फोरस (P^{32}) का लेशमात्र सुपर फास्फेट में मिला कर किसी खेत में भिन्न-भिन्न समय व गहराई में डालते हैं। उसके पश्चात् उस खेत में पौधे उगाते हैं, और फिर पत्तियों में रेडियोधर्मी फास्फोरस (P^{32}) की उपस्थिती गीगर-मुलर काउन्टर (Geiger-Muller Counter) द्वारा करते हैं। अर्थात् जिस पौधे की पत्तियों में पहले रेडियोधर्मी फास्फोरस पहुँचता है, उस पौधे में दी गई उर्वरक की गहराई तथा समय-समय पौधों की वृद्धि के लिए सब से उपयुक्त होगी। उपयुक्त गहराई तथा समय पर खाद व उर्वरक देने से खेत की पैदावार बढ़ाई जा सकती है। इसके साथ ही साथ रेडियोधर्मी समस्थानिकों द्वारा यह भी मालूम किया जा सकता है कि किस पौधे को कौन सा खाद या उर्वरक कितनी मात्रा में जरूरत पड़ती है जिससे कि खाद या उर्वरक की बचत भी की सकती है।

प्रदर्शक तत्वों (Tracer elemeuts) द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि फल उत्पन्न करने वाले पौधों में फास्फेट खाद के घोल को छिड़कने से अच्छा प्रभाव नहीं पड़ता। परन्तु उसी खाद को पौधों में 30 से 35 cm का छेद बना कर देने से अच्छा प्रभाव प्राप्त किया जा सकता है।

गेहूँ के साथ प्रयोग करके यह देखा गया है कि आरम्भ के दो से तीन सप्ताह तक करीब-करीब पूर्ण फास्फोरस वृद्धि के लिए खाद से जरूरत पड़ती है, इसके पश्चात पौधों में भूमि का फास्फोरस बढ़ने लगता है तथा दूसरे माह के अन्त में पौधे भूमि के फास्फोरस पर ही निर्भर करते हैं।

(6) फास्फोरस का स्थिरीकरण (Fixation of phosphorus)—प्रदर्शक फास्फोरस से यह पता लगाया जा सकता है कि वर्षा के कारण ढीली मिट्टी से फास्फेटिक खाद बह जाता है, परन्तु यदि भूमि में लोहा (Fe) तथा एल्यूमीनियम (Al) उपस्थित है तो फास्फेटिक से संयोग करके अघुलनशील यौगिक बना लेती है जिसके कारण भूमि में फास्फोरस स्थिर हो जाता है।

(7) उपापचयन (Metabolism)—रेडियोधर्मी समस्थानिकों का प्रयोग प्रदर्शक (Tracer) के रूप में करके जीवों में सभी प्रकार की रसायनिक प्रतिक्रियाओं का अध्ययन किया जा रहा है। उदाहरण के रूप में जब पौधों में कार्बनडाइ आक्साइड (CO_2) सूर्य की किरणों की उपस्थिति में शोषित होता है तो ये पानी

(HO_2) से संयोग करके किस प्रकार से कार्बोहाइड्रेट्स का संश्लेषण (Syntheris) करते हैं इसी प्रकार से वसा तथा प्रोटीन निर्माण एवं बीजांकुरण के समय इन पदार्थों के विघटन (Break down) का पता प्रदर्शक तत्वों के द्वारा ही किया गया है।

पौधों के अतिरिक्त पशुओं के अन्दर उपचय (anabolism) तथा अपचय (Catabolism) में होने वाले सभी प्रतिक्रियाओं का पूर्ण ज्ञान इन प्रदर्शक तत्वों द्वारा किया जा सकता है। कुछ वर्षों पूर्व विरल तत्वो (Trace element) के कार्यों के सम्बन्ध में पता नहीं था परन्तु प्रदर्शक रेडियोधर्मी समस्थानिकों की सहायता से सभी विरल तत्वों या कार्य (Functions) मालूम कर लिया गया है।

(8) कीट-पतंगों की रोकथाम (Insect Control)—रेडियोधर्मी समस्थानिकों के विकीर्णन द्वारा उन सभी कीट-पतंगों की रोकथाम की जा सकती है जो कि कृषक दृष्टिकोण से हानिकारक हैं। इस प्रकार के विकीर्णन से मक्खियों, मच्छरों तथा टिड्डियों के पंखों को नष्ट करके उन्हें उड़ने से असमर्थ किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त उनके लैंगिक अंगों (Sexual organs) को भी नष्ट किया जा सकता है जिसके कारण उनके जीव संख्या को रोक कर आने वाले जीवों को रोका जा सकता है।

(9) घास-पात की रोकथाम (Weed Control)—रेडियोधर्मी समस्थानिकों से अनेक प्रकार के घासपात (Weed) को भी नष्ट किया जा सकता है जोकि लाभदायक पौधों के लिए हानिकारक है।

(10) पौधों के नोड्यूल में स्वतन्त्र नाइट्रोजन का स्थिरीकरण (Fixation of free nitrogen in plant nodules)—नाइट्रोजन के रेडियोधर्मी समस्थानिक की सहायता से यह ज्ञात हुआ है कि दो दाल वाले पौधों के नोड्यूल (Nodules) में नाइट्रोजन का स्वांगीकरण (assimilation) पौधों की जड़ों में नहीं होता बल्कि यह उनके नोड्यूल्स में उपस्थित बैक्टीरिया के ऊतियों (tissues) में होता है।

(11) पशुओं के उत्पादन में वृद्धि (Increase in animal production)—रेडियोधर्मी समस्थानिकों की सहायता से दूध देने वाले पशुओं के दूध उत्पत्ति में वृद्धि की जा सकती है दूध उत्पादन में होने वाले रसायनिक प्रतिक्रियाओं को रेडियोधर्मी समस्थानिकों के विकीर्णन से बढ़ाया जा सकता है। इसी प्रकार से पशुओं से मांस, ऊन या बाल इत्यादि के उत्पादन की भी वृद्धि की जा सकती है।

(12) रेडियो चक्षु (Radio eyes)—कृषि में प्रयोग की जाने वाले मशीनों की जाँच रेडियोधर्मी समस्थानिकों के द्वारा किया जा सकता है। बड़ी-बड़ी मशीनों में जब कभी उन स्थानों में चिटकाने (Cracks) पड़ जाते हैं जो कि बाहर से से दृष्टिगत नहीं होते, तो पूरे मशीन के नष्ट हो जाने का सदैव भय रहता है। रेडियो धर्मी समस्थानिकों के विकीर्णन से उन चिटकानों (दरारों) का पता फोटोग्रैफिक प्लेट (photographic plate) पर लग जाता है जिसके द्वारा मशीन को पूर्ण नष्टीकरण से बचाया जा सकता है।

(13) रेडियोधर्मी समस्थानिकों का शक्ति के रूप में प्रयोग (use of Radio active isotopes as power)—इसका प्रयोग शक्ति के रूप में किया जा सकता है। कृषि के वे मशीन जो कि पेट्रोल या तेल से चलते हैं उन्हें रेडियोधर्मी समस्थानिकों से चलाया जा सकता है।

१२ | बीजांकुरण
(Germination of Seed)

परिचय (Introduction)—बीज पौधों का एक छोटा-सा रूप है जो कि प्रसुप्त (dormant) अवस्था में रहता है। बीज इस अवस्था में तब तक रहता है, जब तक कि इसे अनुकूल वातावरण नहीं प्राप्त हो जाता। बीजों के तीन मुख्य भाग होते हैं :

(1) भ्रूण (Embryo)
(2) बीज पत्र (Cotyledons)
(3) बीजावरण (Seed Coat)

भ्रूण (Embryo)—एक पोटेंशियल (Potential) पौधा है जो कि संसेचित अंडे के वृद्धि से बनता है। भ्रूण की वृद्धि बीज के परिपक्व (Mature) हो जाने पर रुक जाती है और यह तब तक प्रसुप्त अवस्था में रहती है जब तक बीज ठंडे तथा सूखे स्थानों में रहती हैं। बीजों में भोजन बनाने की क्षमता नहीं होती, यह अपनी वृद्धि के लिए बीज पत्रों में एकत्रित भोजन का उपयोग करती है। जब तक बीज प्रतिकूल अवस्था में रहती है तब तक बीजावरण (Seed Coat) भ्रूण की रक्षा करती है, परन्तु अनुकूल वातावरण में आते ही भ्रूण बीज पत्रों में एकत्रित भोजन का उपयोग करके बढ़ने लगती है। बीज के भ्रूण का इस प्रसुप्त समय के पश्चात् वृद्धि करने के प्रक्रम को बीजांकुरण (Germination of Seed) कहते हैं। बीजांकुरण के पश्चात् भ्रूण का रूप इतना बढ़ जाता कि इसमें कुछ पौधों का गुण आ जाता है। इस अवस्था पर इसे पौद (Seedling-young Plant) कहते हैं।

बीजों के रसायनिक संघटन (Chemical Compostion of Seeds)—भिन्न-भिन्न बीजों में उनमें उपस्थित कार्बनिक तथा अकार्बनिक पदार्थ जो कि नये ऊतियों का निर्माण करते हैं, भिन्न-भिन्न मात्रा में पाये जाते हैं। जैसे—सोयाबीन तथा दो दाल वाले बीजों में प्रोटीन की प्रतिशत, गेहूँ, जौ इत्यादि में कार्बोहाइड्रेट्स की प्रतिशत तथा सरसों व अलसी के बीजों में वसा पदार्थ की प्रतिशत अधिक होती है।

कुछ बीजों के संघटन की सूची

बीजों के नाम Name of Seeds	पानी Water%	प्रोटीन Protein%	कार्बोहाइड्रेट Carbohydrate%	वसा Fat%	खनिज Minerals%	कैल्शियम Calcium (Ca)%	फास्फोरस Phosphorus (p)%	लोहा Iron (Fe) mg%	कैरोटीन Carotene (INU. of vit. A per 100g)	विटामिन B_1 Vitamin Bi mg Per 100 g.	निकोटिनिक अम्ल Nicotinic acid mg. Per 100 gm.	विटामिन B_2 Rivoflavin mg. Per 100 g.	विटामिन C Vitaminc mg. Per 100 gm.
बाजरा (Bajra)	12.4	11.6	67.1	5.0	2.7	0.05	0.35	8.8	220	330	3.2	...	...
जौ (Barley)	12.5	11.5	69.3	1.3	1.5	0.03	.23	3.7	...	450	4.7	244	...
मक्का (Maize)	14.9	11.1	66.2	3.6	1.5	0.01	.23	2.1	...	420	1.4	100	...
गेहूँ (Wheat)	12.8	11.8	71.2	1.5	1.5	0.05	.32	5.3	108	540	5.0	120	...
चना (Gram)	11.2	22.5	58.9	5.2	2.2	0.07	.31	8.9	...	...	...	389	...
मटर (Pea)	16.0	19.7	56.6	1.1	2.1	0.07	.30	4.4	...	450	1.3	500	...
सोयाबीन (Soyabean)	8.1	43.2	20.9	19.5	4.6	0.24	0.69	11.5	710	730	2.4	760	...
अलसी (Linseed)	6.5	20.3	28.8	37.1	2.4	0.17	0.37	2.7	50	...	...	...	...
सरसो (Mustard)	8.5	22.0	23.8	39.7	4.2	0.49	0.70	17.9	270	650	4.0	...	Traca
सौफ (Asafoetida)	16.0	4.0	67.8	1.1	7.0	0.69	0.05	22.2	...	...	...	...	...
धनियाँ (Coriander)	11.2	14.1	21.6	16.1	4.4	0.63	0.37	17.9	1570	...	1.1	350	Trace
लहसुन (Garlic)	62.8	6.3	29.0	0.1	1.0	0.03	0.31	1.3	...	...	0.4	...	13
अदरक (Ginger)	80.9	2.3	12.3	0.9	1.2	0.02	0.06	2.6	67	...	0.6	...	6

बीजांकुरण प्रभावित करने वाले कारक (Factors effecting seed germination)—बीजों के अंकुरण के लिए निम्न कारक बहुत ही अनिवार्य हैं :

(1) नमी (Moisture)
(2) आक्सीजन (Oxygen)
(3) तापक्रम (Temperature)
(4) बीजों की अवस्था (Age of the seed)
(5) बीजों का उपचार (Seed treatment)
(6) प्रकाश (Light)

1. नमी (Moisture)—बीजों में अधिकतर नमी प्रतिशत 4 से 12 तक रहती है, जो कि अंकुरण में होने वाले रासायनिक प्रतिक्रियाओं को आरम्भ करने के के लिए अनुपयुक्त होती है। इसलिए अंकुरण (Germination) आरम्भ करने के लिए बीजों में नमी की प्रतिशत बढ़ाना प्रथम कारक (factor) है। जब बीजों में नमी की प्रतिशत उपयुक्त मात्रा में होने लगती है, तो उसमें उपस्थित एन्जाइम्स सक्रिय (active) हो जाते हैं, जिनके कारण बीज पत्रों (Cotyledons) में उपस्थित जटिल तथा अघुलनशील भोज्य पदार्थ कई लगातार रासायनिक प्रतिक्रियाओं के बाद सरल एवं घुलनशील भोज्य पदार्थों में बदल जाते हैं। इन घुलनशील भोज्य पदार्थों का उपयोग करके भ्रूण (Embryo) अन्य एन्जाइम्स की सहायता से कोशिका विभाजन तेजी से आरम्भ करने लगते हैं जिसके कारण भ्रूण मूलांकुर (radicle) तथा प्रांकुर (Plumule) में बदल जाती है। बीजों में नमी की मात्रा बढ़ जाने से बीजों के आंतरिक दबाव (internal pressure) में वृद्धि हो जाती है जिसके कारण बीज फूल (Swell) जाता है तथा बीजावरण (Seed Coat) फट जाता है जो कि मूलांकुर (radicle) तथा प्रांकुर (Plumule) के बढ़ने में सहायक होती है।

2. आक्सीजन (Oxygen)—बीजांकुरण के लिए आक्सीकरण प्रतिक्रिया तेज होना बहुत ही अनिवार्य है। ये प्रतिक्रियायें आक्सिडेज एन्जाइम (Oxidase-enzyme) द्वारा होती है। कुछ बीजों के अंकुरण के लिए अधिक तथा कुछ के लिए काफी कम आक्सीजन की आवश्यकता पड़ती है। आक्सीजन के कम मात्रा या कार्बन डाई-आक्साइड (CO_2) के एकत्रित हो जाने से बीजों के अंकुरण पर हानिकारक प्रभाव पड़ता है, क्योंकि भ्रूण (embryo) को उपयुक्त मात्रा में आक्सीजन प्राप्त नहीं हो पाता, जिसके कारण उनकी वृद्धि स्थगित हो जाती है अर्थात् बीजांकुरण रुक जाता है।

3. तापक्रम (Temperature)—कृषि के अधिकांश पौधे के उपयुक्त बीजांकुरण के लिए 19°C से 20·5°C तापक्रम की आवश्यकता पड़ती है। 0°C पर

करीब-करीब सभी बीजों का अंकुरण रुक जाता है। परन्तु कम तापक्रम (2·8°C से 12·8°C) से बीजों को प्रभावित करके अंकुरण को तीव्र किया जा सकता है, परन्तु इसका कारण अज्ञात है। सभी बीजों का अंकुरण अत्यन्त अधिक तापक्रम (43·5°C) पर भी रुकता है। उपयुक्त तापक्रम पर बीजों में उपस्थित एन्जाइम्स सक्रिय (active) होकर एकत्रित भोजन का जलीय-विश्लेषण (hydrolysis) करने लगते हैं जिसके कारण भ्रूण बढ़ने लगता है, अर्थात् बीजों के अन्दर होने वाली सभी प्रतिक्रियायें निश्चित तापक्रम पर सुविधापूर्वक होती हैं, जिसे अनुकूलतम (Optimum) तापक्रम कहते हैं।

4. **बीजों की अवस्था (Age of the Seeds)**—बीजांकुरण इस बात पर भी निर्भर करता है कि वह कितने दिनों तक भण्डार में रक्खा गया है। अधिकतर यह देखा गया है कि तुरन्त पके हुये तथा बहुत दिनों तक रक्खे गये बीजों का अंकुरण नहीं होता।

जब बीज फलों में पक कर तैयार हो जाते हैं, तो उस समय अन्य कारक उपलब्ध होते हुये भी बीज अंकुरित नहीं करता क्योंकि उनमें कुछ ऐसे कार्बनिक यौगिक (organic compounds) होते हैं जो कि अवरोधक (inhibitor) का कार्य करते हैं, जैसे—अमोनियम (NH_3), ग्लूकोसाइड्स (Glucosides), हाइड्रो सायनिक अम्ल (HCN), अलकोलायड (Alkoloids) तथा आवश्यक तेल (essential oils), परन्तु जब ताजे पके हुये बीजों को कुछ दिनों तक रख दिया जाता है तो ये रोधक पदार्थ (inhibitor substance) धीरे-धीरे बीजों से बाहर निकल जाते हैं, जिसके कारण अंकुरण होने लगता है।

यह देखा गया है कि जब बीजों को आवश्यकता से अधिक दिनों तक एकत्रित किया जाता है तो उनमें अंकुरण करने की शक्ति कम होने लगती है। वैज्ञानिकों का यह मत है कि अधिक दिनों तक हो जाने के कारण बीजों में एकत्रित प्रोटीन धीरे धीरे एमाइन (Amine), एमाइड (Amide) तथा एमिनो अम्ल (amino acids) में बदलने लगते हैं; जिसके कारण बीजों में एन्जाइम्स का निर्माण नहीं हो पाता, जो कि अंकुरण में मुख्य भाग लेती है।

(5) **बीजों के साथ उपचार (Seed Treatment)**—बीजों तथा पौधों को रोग से बचाने के लिए बीजों को निम्न प्रकार से उपचार (treatment) किया जाता है जिसके द्वारा बीजांकुरण की गति को रोगों के कारण कम होने से रोका जा सकता है।

(a) **कापर के यौगिकों के घोल द्वारा**—जैसे कापर सल्फेट ($CaSO_4$), कापर कार्बोनेट ($CuCO_3$), कापर आक्साइड (CuO), कापर क्लोराइड ($CuCl_2$)

कापर आक्सी क्लोराइड तथा कापर आर्सिनेट । इन यौगिकों का प्रयोग गेहूँ के बंट (Bunt) तथा कंडवा (Smut) रोगो के रोकथाम के लिए किया जाता है ।

(b) मरकरी के कार्बनिक तथा अकार्बनिक यौगिकों के घोल द्वारा—ऐसे यौगिकों के द्वारा बीजों के रोगों को रोका जा सकता है । जैसे मरक्यूरिक क्लोराइड ($HgCl_2$) से आलू के बीजों को स्कैब (Scab) रोग से तथा गेहूँ को फ्यूजेरियम (fusarium) से रोका जा सकता है । मरकरी के कार्बनिक यौगिको से मक्का, मटर, जई, गेहूँ तथा अन्य बीजों को उपचार करते हैं ।

(c) कापर तथा मरकरी के यौगिकों के अतिरिक्त जस्ता (Zn), निकिल (Ni) व सीसा (Pb) के लवण तथा गन्धक (S), आयोडीन (I) व क्लोरीन (Cl) गैस का भी प्रयोग फफूँद-नाशी (fungicide) के रूप में प्रयोग किया जाता है ।

(d) गर्म पानी द्वारा—बीजों को गर्म पानी से उपचार करने से गेहूँ तथा जौ के (Loose Smut) रोग को रोका जा सकता है । इसके लिए पानी का तापक्रम 55°c करके बीजों को करीब 8 – 10 मिनट तक डुबाये रहते हैं, बीजों को इस प्रकार से उपचारित करने से उनके अंकुरण की गति धीमी हो जाती है ।

(6) प्रकाश (Light)—कुछ बीजों को छोड़कर अधिकांश बीजों के अंकुरण की गति प्रकाश के कारण बढ़ जाती है, परन्तु बहुत से कृषि के पौधों का बीजांकुरण प्रकाश की उपस्थिति तथा अनुपस्थिति दोनों में एक समान होती है, जैसे मक्का, सेम, क्लोवर (Clover) इत्यादि ।

बीजांकुरण के समय होने वाली रसायनिक प्रतिक्रियायें (Chemical Changes during the Germination of Seeds)—बीजांकुरण के समय होने वाले रसायनिक प्रतिक्रियाओं को बीजांकुरण का उपापचय (metabolism) भी कहते हैं । जब बीजों को उपयुक्त वातावरण प्राप्त होता है तो उनमें एकत्रित भोजन घुलनशील होकर भ्रूण (embryo) के कोशिकाओं में प्रवेश करते हैं जिसके कारण नये ऊतियों का निर्माण होता है । बीजाँकुकरण में ये सब रसायनिक प्रतिक्रियायों के कारण होता है जो कि निम्न हैं :—

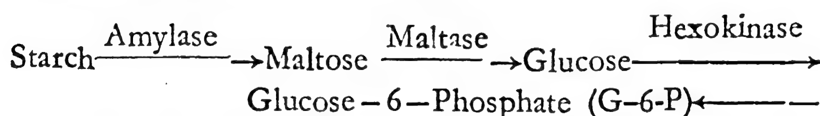
(1) जलीय विश्लेषण (Hydrolysis)
(2) आक्सीकरण (Oxidation)
(3) डेस्मोलिसिस (Desmolysis)
(4) संश्लेषण (Synthesis)

बीजांकुरण में उपरोक्त सभी रसायनिक प्रतिक्रियायें एन्जाइम्स (enzymes) के द्वारा होता है, जो कि निम्न वर्ग के हैं :—

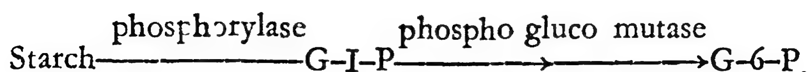
(1) कार्बोहाइड्रेजेज़ (Carbohydrases).
(2) लाइपेजेज (Lipases).
(3) प्रोटिनेजेज (Proteinases).
(4) एमिनेजेज (Aminases).
(5) डेस्मोलेजेज (Desmolases)
(6) आक्सीटेजेज (Oxidases)

बीजों में जो भोजन एकत्र रहता है उनमें कार्बोहाइड्रेट (Carbohydrates), प्रोटीन (Protein) तथा वसा (Fat) मुख्य तथा महत्वपूर्ण हैं। बीजांकुरण के समय एन्जाइम्स के उपस्थिति में इनमें रसायनिक परिवर्तन होता रहता है जिनका वर्णन नीचे एक-एक करके किया गया है।

(1) कार्बोहाइड्रेट का उपापचय (Metabolism of Carbohydrate)—बीजों में स्टार्च मुख्य रूप से एकत्रित रहता है जो कि एमाइलोज (amylose) तथा एमाइलोपेक्टिन (amylopectin) से बना है। ये पदार्थ एमाइलेज (amylase) या फास्फोरिलेज (phosphorylase) प्रक्रिण्व (enzyme) के द्वारा ग्लूकोज, माल्टोज तथा डेक्सट्रिन में बदल जाते हैं। अंत में डेक्सट्रिन तथा माल्टोज भी अन्य एन्जाइमों के द्वारा ग्लूकोज में बदल जाते हैं। जो ग्लूकोज एमाइलेज तथा माल्टेज इन्जाइम के द्वारा बनते हैं। वे हेक्सोकिनेज (Hexokinase) एन्जाइम के द्वारा ग्लूकोज – 6 – फास्फेट में बदल जाता है।



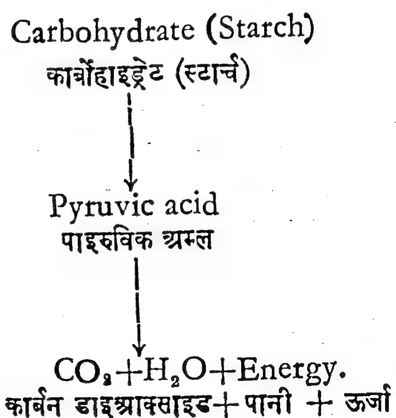
परन्तु जिन बीजों में फास्फोरिलेज (phosphorylase) एन्जाइम अधिक होता है उनमें स्टार्च का विघटन (Breakdown) तथा निर्माण इस एन्जाइम के द्वारा भी होता है जैसे—मटर, सेम तथा आलू। इस एन्जाइम के द्वारा स्टार्च सर्व प्रथम ग्लूकोज -1 फास्फेट (Glucose–1–phosphate) बनता है जो कि फास्फो ग्लूकोम्यूटेज (phospho gluco mutase) एन्जाइम के द्वारा ग्लूकोज-6–फास्फेट (G–6–P) में बदल जाता है।



इस प्रकार से बना ग्लूकोज-6–फास्फेट एन्जाइम फास्फो हेक्सो आइसोमरेज (phospho hexo isomerase) के द्वारा फ्रुक्टोज – 6 – फास्फेट हेक्सोज डाई

फास्फैटेज (Hexose diphosphatase) के द्वारा फ्रुक्टोज – 1,6 – डाई फास्फेट (F – 1,6 – di – P) में बदल जाता है, जिसको एल्डोलेज (aldolase) एन्जाइम डाइहाइड्राक्सी एसीटोज फास्फेट (dihydroxyacetone phosphate) तथा 3 – फास्फोग्लिसरल डिहाइड (3 – phospho glyceraldelyde) में बदल देती है। डाइहाइड्राक्सी एसीटोन फास्फेट तथा 3 – फास्फोग्लिसरल डिहाइड एक दूसरे में आइसोमरेज (Isomerase) एन्जाइम के द्वारा बदलता रहता है।

इस प्रकार से जो 3 – फास्फोग्लिसरल डिहाइड (3 – P – G) बनता है वह अनेक प्रतिक्रियाओं के पश्चात पाइरुविक अम्ल (pyruvic acid) में बदल जाता है। पाइरुविक अम्ल जब क्रेब चक्र (Kreb–cycle) से होकर घूमता है तो आक्सीकृत (oxidize) होकर कार्बन डाइ आक्साइड (CO_2) तथा पानी (H_2O) में बदल जाता है। इन प्रतिक्रियाओं को संक्षेप में नीचे दिया गया है :—



Starch ⟷ (Phosphorylase) G-I-P ⟷ (Phosphoglucomutase) G-6-P ⟷ (Phosphohexoisomerase) F-6-P

F-6-P ⟷ (Hexose diphosphatase) F-I, 6-di-P

F-I, 6-di-P ⟷ (Aldolase) Dihydroxyacetone phosphate + 3-Phospho glyceraldehyde (3-P-G)

Dihydroxyacetone phosphate ⟷ (Isomerase) 3-Phospho glyceraldehyde (3-P-G)

1,3-di-P.G.A ⟷ (Dehydrogenase) 1,3. di-P.G. ⟷ 3-Phospho glyceraldehyde (3-P-G)

1,3-di-P.G.A ⟷ (Phosphocarboxyl transphosphorylase) 3—P.G.A

3—P.G.A ⟷ (Phosphoglyceromutase) 2-P.G.A ⟷ (Enolase) enol-phospho pyruvic acid

enol-phospho pyruvic acid ⟷ (Phospho-enol trans phosphorylase) Pyruvic acid

Pyruvic acid → ($+CO_2$) Oxaloacetic acid + Pyruvic acid

Oxaloacetic acid + Pyruvic acid ⟷ ($-CO_2$, $-2H$) Cis-aconitic acid

Cis-aconitic acid ⟷ ($+H_2O$, Aconitase) Iso-citric acid

Iso-citric acid ⟷ ($-2H$, Iso-citric dehydrogenase) Oxalosuccinic acid

Oxalosuccinic acid ⟷ (Oxalosuccinic decarboxylase) α-Ketoglutaric acid

α-Ketoglutaric acid ⟷ ($-2H$, $-CO_2$, $+H_2O$; α-Ketoglutaric dehydrogenase) succinic acid

succinic acid ⟷ ($-2H$, succinic dehydrogenase) Fumaric acid

Fumaric acid ⟷ ($+H_2O$, Fumerase) Malic acid

Malic acid ⟷ ($-2H$, Malic dehydrogenase) Oxaloacetic acid

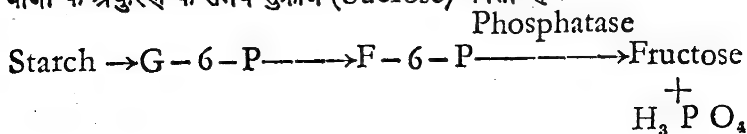
$(CH_3COCOOH + 3H_2O + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 3CO_2 + 5H_2O)$

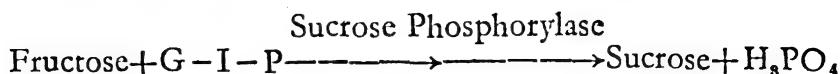
KREBS—CITRIC ACID CYCLE

P.G. — Phosphoglyceraldehyde

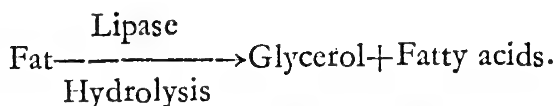
P.G.A. Phosgyceric Acid

उपरोक्त क्रेब चक्र (Kreb-Cycle) में जो बहुत से अम्ल बनते हैं उनसे वसा (Fat), प्रोटीन (Ptotein) या नये कार्बोहाइड्रेटों का निर्माण होता है जिनका प्रयोग भ्रूण (embryo) तथा पौंद (Seedling) अपने वृद्धि के लिए करते हैं। कुछ बीजों के अंकुरण के समय सुक्रोज (Sucrose) बनता है।

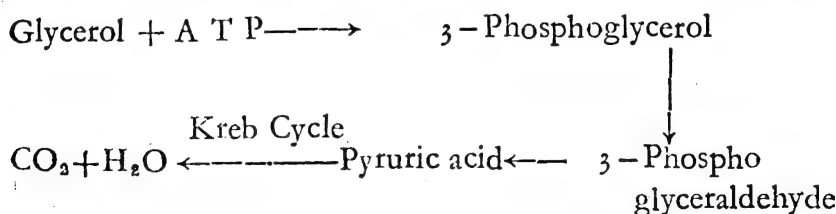




2. वसा का उपापचय (Fat Metabolism)—पौधों में जिस समय बीज पकने लगता है, उस समय वसा पदार्थ बीज पत्रों में बड़े-बड़े गोलिका (globules) के रूप में एकत्रित हो जाते हैं। बीजांकुरण के समय ये गोलिका (globule) सर्वप्रथम छोटे-छोटे आकार में टूट जाते हैं जिसके कारण वसा तोड़ने वाले एन्जाइम्स को अधिक धरातल क्षेत्रफल (Surface area) प्राप्त हो जाता है। पानी के उपयुक्त मात्रा के उपस्थिति में लाइपेज (Lipase) एन्जाइम वसा को ग्लिसराल तथा वसीय अम्लों में जल-विश्लेषित (hydrolyse) कर देता है। ग्लिसराल या क्रेब चक्र में घूमकर कार्बन डाई आक्साइड (CO_2) तथा पानी (H_2O) में बदल जाता है या तो स्टार्च में परिवर्तित हो जाता है।

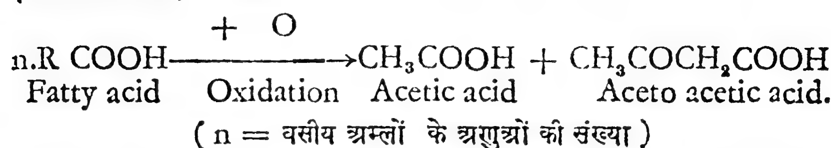


(a) ग्लिसराल (Glycerol)—यह सर्वप्रथम फास्टफोरिक अम्ल (H_3PO_4) से संयोग करके 3—फास्फो ग्लिसराल बनाता है जो कि डी-हाइड्रोजिनेज (de hydro genase) एन्जाइम के द्वारा 3—फास्फोग्लिससरल डिहाइड (3–P. G.) में बदल जाता है जिससे या तो पाइरुविक अम्ल बनता है, अन्यथा कार्बोहाइड्रेट बनता है। पाइरुविक अम्ल का निर्माण ठीक उसी प्रकार से होता है जैसे कि कार्बोहाइड्रेट के उपापचय में होता है। पाइरुविक अम्ल क्रेब चक्र से घूम कर कार्बन डाई-आक्साइड (CO_2) तथा पानी (H_2O) में टूट जाता है।



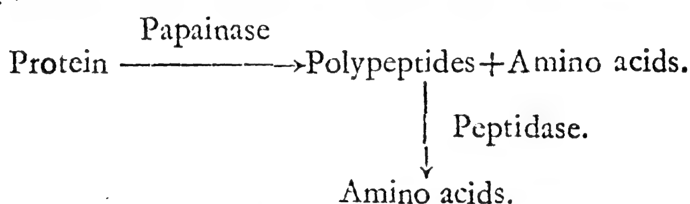
(b) वसीय अम्लें (Fatty acids)—यह अनुमान किया जाता है कि वसीय अम्लों का आक्सीकरण (Oxidation) होता है, जिसके कारण एसिटिक अम्ल (acetic acid) तथा एसिटो एसिटिक अम्ल (aceto acetic acid) प्राप्त होता है। ये अम्ल या तो आक्जैली एसिटिक अम्ल (Oxalo acetic acid) से संयोग करके साइट्रिक अम्ल (Citric acid) बनाते हैं जो कि अंत के क्रेब चक्र के

द्वार कार्बन डाई-आक्साइड (CO_2) तथा पानी (H_2O) में टूट जाता है, अन्यथा यह कार्बोहाइड्रेट में बदल जाता है जिसका वर्णन कार्बोहाइड्रेट के उपापचय (metabolism) में किया गया है।



(n = वसीय अम्लों के अणुओं की संख्या)

३. प्रोटीन का उपापचय (Protein Metabolism)—बीजांकुरण के समय बीजों में एकत्रित जटिल प्रोटीन तेजी से सरल यौगिकों में बदल कर उन स्थानों में चला जाता है, जहाँ पर इनका प्रयोग होता है। प्रोटीन का विघटन (Break-down) प्रोटिनेजेज़ (proteinases) एन्जाइम के द्वारा होता है जो कि बीजों में उपस्थित रहते हैं। उपयुक्त जल के उपस्थित में पेपेनेज (Papainase) एन्जाइम प्रोटीन को पोली पेप्टाइड (Polypeptides) के मिश्रण तथा कुछ अमीनो अम्ल के मात्रा में परिवर्तित कर देती है। इसके पश्चात् पेप्टाइडेजेज (Peptidases) एन्जाइम के प्रभाव से पोली पेप्टाइड जल विश्लेषित होकर एमिनो अम्ल में बदल जाता है।



इस प्रकार से बने अमीनो अम्लों का प्रयोग भ्रूण द्वारा होता है जो निम्न रू में प्रयोग होता है :—

(1) न्यूक्लियो प्रोटीन (Nucleo Protein) के निर्माण में

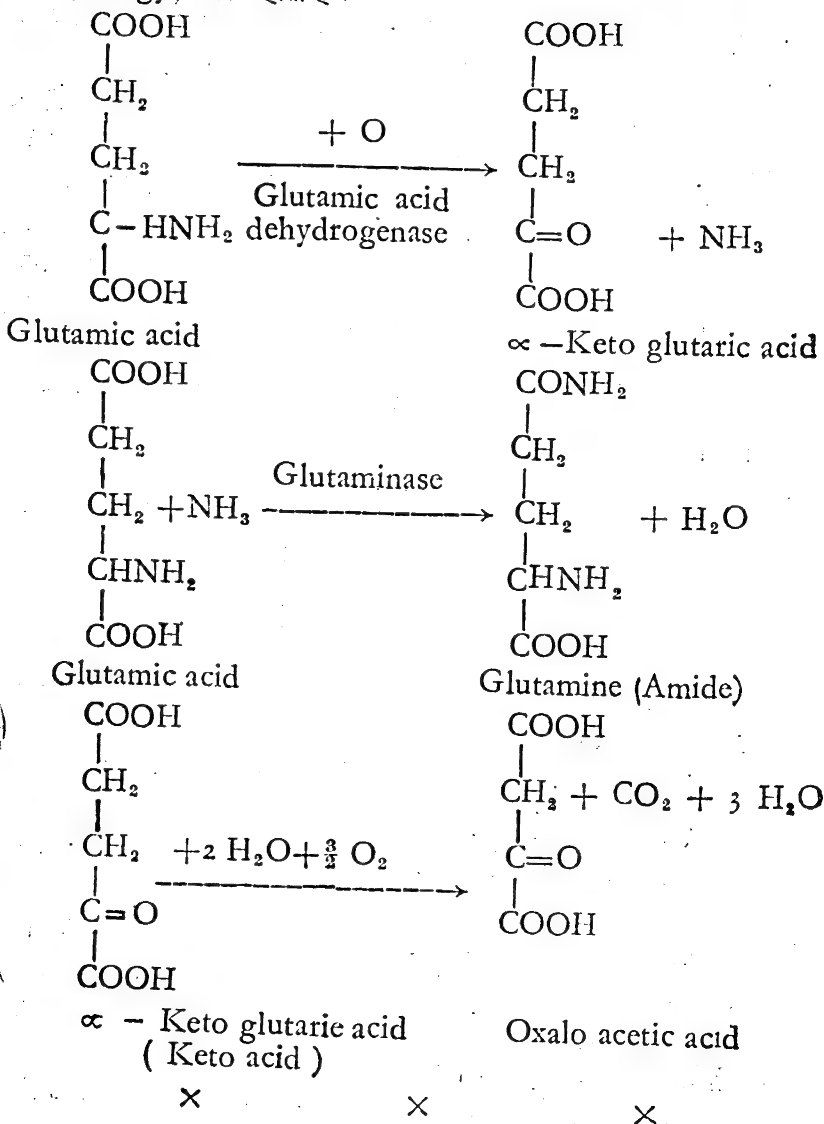
(2) एन्जाइम (Enzymes) के निर्माण में

(3) अमीनो हरण (Deamination) प्रतिक्रिया द्वारा बने यौगिकों के रूप

(4) उर्जा (energy) के रूप में

बीजों में कुछ ऐसे भी एन्जाइम पाये जाते हैं जो कि अमीनो अम्ल का अम हरण (deamination) करते हैं। अर्थात् उन्हें कीटो अम्ल (Keto acid) त अमोनिया (NH_3) में बदल देते हैं। यह अमोनिया अन्य अमीनो अम्लों या क अम्लों से संयोग करके एमाइड (Amides) बनाता है। जैसे—ऐसपराजीन (Asp agine) तथा ग्लूटामीन (Glutamine)। ये दोनों एमाइड प्रोटीन के निर्माण

महत्त्वपूर्ण भाग लेते हैं। जब इन पदार्थों का विघटन होता है तो विशेष प्रकार के अमीनो अम्ल बनते हैं, जिन्हें भ्रूण (embryo) अपने वृद्धि के लिए लेते हैं। इन प्रतिक्रियाओं में जो कीटो अम्लों का निर्माण होता है वे क्रेब चक्र से घूम कर कार्बन डाइ-आक्साइड (CO_2) तथा पानी (H_2O) में बदल जाते हैं, जिससे कुछ उर्जा (energy) उत्पन्न होती है।



× × ×

बीजों, फलों तथा अन्य पौधों के भागों के रासायनिक संघटन

(Chemical Composition of Seed, Fruits and other Pl. Parts)

पौधों का रसायनिक संघटन एक दूसरे से भिन्न होता है। ये भिन्नता एक ही परिवार वाले पौधों में कम परन्तु भिन्न-भिन्न परिवार वाले पौधों में अत्यन्त अधिक होता है। इसके अतिरिक्त एक ही पौधे के भिन्न अंगों में रसायनिक यौगिकों की सांद्रता में भी विभिन्नता रहती है यहाँ तक कि कुछ भागों में कोई यौगिक बहुत ही अधिक तथा अन्य भागों में वही यौगिक पाया भी नहीं जाता। यह विभिन्नता बहुत से कारकों के ऊपर निर्भर करती है जिनमें से कुछ निम्न हैं :—

(1) पौधों के परिवार (Family) तथा जाति (Species)

(2) पौधों के भिन्न-भिन्न अंग

(3) जीन्स (Genes)

(4) एन्जाइम्स

(5) हार्मोन्स

(6) वायु

(7) जल

(8) भूमि

(9) तापक्रम तथा प्रकाश

(10) खाद तथा उर्वरक

कुछ फलों के संघटन J=Juice (Composition) की सूची

फलों के नाम (Name of the Fruits)		Moisture %	Protein %	Fat %	Carbohydrates %	Fibre %	Mineral %	Calcium %	Phosphorus %	Iron mg %	Caroteme (IN Vit Apevlvog)	Vit. B_1 Mg per 10 og.	Nicotinic acid mg per 100 g	Vit. B_2 yg per 100 g	Vit C. mg per 100 g	Calorific Value
1 सेव	Apple	85·9	0·3	0·1	13·4	...	0·3	<0·01	0·02	1·7	Trace	120	0·2	30	2	56
2 केला	Banana	61·4	1·3	0·2	36·4	...	0·7	<0·01	0·05	0·4	Trace	150	0·3	30	1	153
3 काजू	Cashew fuit	87·9	0·2	0·1	11·6	...	0·2	0·01	0·01	0·2	...	...	...	...	...	48
4 खजूर	Date (Persian)	26·1	3·0	0·2	67·3	2·1	1·3	0·07	0·08	10·6	600	90	0·8	30	Trace	283
5 अंजीर	Figs	80·8	1·3	0·2	17·1	...	0·6	0·06	0·03	1·2	270	...	0·6	50	2	75
6 अंगूर	Grape fruit (Triumphgi)	92·0	0·7	<0·1	7·1	...	0·2	0·02	0·02	0·2	...				31 (J)	32
	Grap friut (Marsh)	88·5	1·0	0·1	10·0	...	0·4	0·03	0·03	0·2	...	120	0·3	20	...	45
7 अमरूद	Guava (Country)	76·1	1·5	0·2	14·5	6·9	0·8	0·01	0·04	1·0	Trace	30	0·2	30	299	66
8 अमरूद	Guava (Hill)	85·3	0·1	0·2	8·1	4·8	0·6	0·05	0·02	1·2	Trace	...	0·3	...	15	38
9 कटहल	Jack friut	77·2	1·9	0·1	18·9	1·1	0·8	0·02	0·03	0·5	540	30	0·4	...	10	84
10 नीबू	Lemon	85·0	1·0	0·9	11·1	1·7	0·3	0·07	0·01	2·3	Trace	20	0·1	4	39 (J)	57
11 आम (हरा)	Mingo (Green)	90·0	0·7	0·1	8·8	...	0·4	0·01	0·02	4·5	150	...	...	30	3	39
12 आम (पका)	Mango (Ripe)	86·1	0·6	0·1	11·8	1·1	0·3	0·01	0·02	0·3	4800	40	0·3	50	13	50
13 तरबूज	Melon (Water)	95·7	0·1	0·2	3·8	...	0·2	<0·01	0·01	0·2	Trace	20	0·2	...	1	17
14 संतरा	Orange	87·8	0·9	0·3	10·6	...	0·4	0·05	0·02	0·1	350	120	0·3(j)	60	68	49

15 पपीता	Papaya (ripe)	89·6	0·5	0·1	9·5	...	0·4	0·01	0·01	0·4	2020	40	0·2	250	46	40
16 आड़ू	Peaches	90·1	1·5	0·2	7·6	...	0·6	0·01	0·03	1·7	Trace	20	0·2	1	1	38
17 नाशपाती देशी	Pears, Country	86·9	0·2	0·1	11·5	1·0	0·3	0·01	0·01	0·7	14	20	0·2	30	Trace	47
18 नाशपाती	Pears, English	85·8	0·9	0·2	12·9	...	0·2	0·01	0·02	0·8	80	90	0·2	...	...	57
19 अनन्नास	Pine apple	86·5	0·6	0·1	12·0	0·3	0·5	0·02	0·01	0·9	60	...	...	120	63	50
20 केला	Plaintain ordinary	73·4	1·1	0·1	24·7	...	0·7	0·01	0·03	0·5	124	50	0·3	170	6	104
21 केला	Plaintain, Hill	79·9	1·2	0·1	18·0	...	0·8	0·01	0·03	0·3	124	...	...	...	9	78
22 अलूचा	plum (red Variety)	89·8	0·7	0·2	8·9	...	0·4	0·02	0·02	0·5	230	120	0·3	30	1	40
23 स्ट्राबेरी	Straw berry	87·8	0·7	0·2	9·8	1·1	0·4	0·03	0·03	1·8	...	30	0·2	...	52	44
24 टमाटर पका	Tomato ripe	94·5	1·0	0·1	3·9	...	0·5	0·01	0·02	0·1	320	120	0·4	60	32	21
25 उड ऐपिल	Wood apple	69·5	7·3	0·6	15·5	5·2	1·9	0·13	0·11	0·6	...	...	...	170	...	97
मसालों इत्यादि के नाम (Name of Condiments, Spices etc.)																
इलाइची	Cardamon	20·0	10·2	2·2	42·1	20·1	5·4	0·13	0·16	5·0	...	...	...	...	...	229
मिर्चा हरा	Chilli green	82·6	2·9	0·6	6·1	6·8	1·0	0·03	0·08	1·2	454	...	0·5	180	111	41
मिर्चा सूखा	Chilli dry	10·0	15·9	6·2	31·6	30·2	6·1	0·16	0·37	2·3	576	...	...	...	...	246
लौंग सूखा	Clove dry	23·3	5·2	8·9	47·9	9·5	5·2	0·74	0·10	4·9	...	...	...	...	...	293
लौंग हरा	Clove green	65·5	2·3	5·9	24·1	...	2·2	0·31	0·04	2·1	120	...	...	...	...	159
धनिया	Coriander	11·2	14·1	16·1	21·6	32·6	4·4	0·63	0·37	17·9	1570	...	1·1	350	Trace	288
जीरा	Cumin	11·9	18·7	15·0	36·6	12·0	5·8	1·08	0·47	31·0	870	...	2·6	...	3	356
मेथी	Fenugreek seeds	13·7	26·2	5·8	44·1	7·2	3·0	0·16	0·37	14·1	160	...	1·1	...	0	333
काली मिर्च, हरा	Pepper green	63·4	4·8	2·7	27·3	...	1·8	0·27	0·07	2·4	680	...	0·2	...	...	153
काली मिर्च, सूखा	Pepper dry	12·9	11·5	6·8	49·5	14·9	4·4	0·46	0·20	16·8	...	...	1·4	...	...	305
हल्दी	Turmeric	13·1	6·3	5·1	69·4	2·6	3·5	0·15	0·28	18·6	50	...	2·3	Trace	0	349
जायफल	Nutmeg	14·3	7·5	36·4	28·5	11·6	1·7	0·12	0·24	4·6	Trace	...	...	...	0	472

१३ परिपाक (Ripening)

परिपाक प्रक्रम (ripening process) कुछ रसायनिक परिवर्तन होते हैं ये परिवर्तन भिन्न-भिन्न रसायनिक अवयवों (chemical constituents) जो कि भिन्न-भिन्न फलों तथा सब्जियों में पाया जाता है पर निर्भर करता है। फलों तथा सब्जियों में पाये जाने वाले मुख्य अवयव निम्न हैं :—

(1) प्रोटोपेक्टिन (Protopection)
(2) पेक्टिन (Pectin)
(3) पेक्टिक अम्ल (Pectic acid)
(4) सुक्रोज (Sucrose)
(5) पिगमेण्ट (Pigments)
(6) स्टार्च (Starch)
(7) टैनिन्स (Tannins)
(8) ग्लूकोज (Glucose.)
(9) फ्रुक्टोज़ (Fructose)
(10) माल्टोज (Maltose)
(11) डेक्सट्रिन (Dextrin)
(12) सेल्यूलोज (Cellulose)
(13) एल्डिहाइड (Aldehyde.)
(14) ईस्टर (Ester.)
(15) प्रोटीन (Protein)
(16) वसा (Fat)
(17) कार्बनिक अम्ल (Organic acids)

जब परिपाक प्रक्रम आरम्भ होता है, तो उपरोक्त अवयवों में रसायनिक परिवर्तन एन्जाइम्स (enzymes) के द्वारा होने लगता है। फलों तथा सब्जियों में परिपाक प्रक्रम दो प्रकार से होता है :—

(1) प्राकृतिक परिपाक (Natural ripening)
(2) कृत्रिम परिपाक (Artifecial ripening)

(१) प्राकृतिक परिपाक (Natural Ripening)—सन् 1928 में रोज (Rose) ने यह बताया कि जब विलायती खरबूजे (Cantaloupes) पकने लगते हैं, तो उनमें शुष्क पदार्थों (dry matter), पूर्ण सर्करा (Total sugar) घुलनशील ठोस (soluble solids) की प्रतिशत तथा रस का आपेक्षिक घनत्व (specific density) बढ़ जाता है। इस प्रक्रम में पेक्टिक (Pectic) पदार्थ अपरिवर्तित रहता है, परन्तु प्रोटो पेक्टिन (Protopectin) पदार्थ पेक्टिन (Pectin) तथा पेक्टिक अम्ल (Pectic acid) में विच्छेदित हो जाता है।

एलेन (Allen) ने 1932 में यह देखा कि सेब (Apples), आड़ू (Peaches) नाशपाती (Pears) तथा खूबानी (apricot) में रङ्ग (colour) आने के लिए प्रकाश की आवश्वकता होती है। सभी फलों में रङ्ग प्राप्त करने के पश्चात सर्करा (sugar) की मात्रा अत्यन्त अधिक हो जाती है तथा गुद्दा (flesh) काफी मुलायम हो जाता है, यह परिपाक प्रक्रम का अत्यन्त महत्वपूर्ण परिवर्तन है। इसके अतिरिक्त फलों में उपस्थित स्टार्च सर्करा में बदल जाता है। काल्डवेल (Caldwell ने 1934 में यह बताया कि शंतरा, अंगूर, सेब, स्ट्राबेरी तथा चेरी के नवीन (young) फलों में हाइड्रोजन आयन सांद्रता (Hydrogen ion concentration) पौधों के अन्य कोशिकाओं के समान होती है, परन्तु जैसे-जैसे ये फल पकने लगते हैं उनमें अम्लों की मात्रा बढ़ने लगती है तथा नीबू के जाति के फलों में तो यह 80 गुना हो जाता है जिसके कारण फलों के रस का हाइड्रोजन आयन सान्द्रता अत्यन्त अधिक हो जाता है। अधिक अम्लीयता के कारण प्रोटोप्लाज्म के कोलायड (coloid) तथा सेल-वाल (cell well) के कुछ अवयवों की imbibitional क्षमता बढ़ जाती है।

(२) कृत्रिम परिपाक (Artifecial ripening)—जब फलों को कृत्रिम उद्दीपन (Stimulus) पदार्थों द्वारा पकाया जाता है तो उसे कृत्रिम परिपाक कहते हैं। यह विधि बहुत वर्षों से प्रयोग में लायी जा रही है परन्तु बीस वर्षों से यह विधि नीबू, सन्तरा, केला, खजूर, टमाटर, विलायती खरबूजा अनन्नास, तेन्दु सेलरी इत्यादि फलों को व्यापारिक मात्रा में पकाने के लिए प्रयोग की जा रही है। जब फल पकने लगता है तो उनके रङ्ग बदलने लगते हैं, डेनी (Denny) ने 1924 में यह बताया कि नीबू जब पकने लगता है तो यह हरे से पीले रङ्ग में बदल जाता है जो कुछ असंतृप्त हाइड्रोजन यौगिकों के उपस्थिति के कारण होता है। आजकल इथिलीन (Ethylene) गैस से फलों को पकाया जाता है। हार्वे (Harvey) का यह अनुमान है कि इथिलीन के द्वारा एन्जाइम्स सक्रिय हो जाते हैं जिससे कि स्टार्च सर्करा में परिवर्तित हो जाता है तथा अम्ल व टैनिन्स (Tannins) आक्सीकृत हो जाते हैं। कृत्रिम

ंग से फलों को पकाने के लिए तापक्रम 65 से 70°F रखते हैं, तथा 1000, घन फुट वायु में एक घन फुट इथाइलीन गैस प्रवेश करते हैं।

पौधों की वृद्धि

(Plant Growth)

परिचय—

पौधों की वृद्धि कोशिका विभाजन (Cell division) के कारण होती है। यह विभाजन कुछ विशेष प्रकार के ऊतियों (tissues) में ही होती है जो सभी भागों में नहीं पाई जाती, ऐसे ऊतियों को मेरी स्टेम (Meristem) कहते हैं। मेरी स्टेम उन ऊतियों को कहते हैं जो कि अनुकूल दशाओं के अंतर्गत अपने कुछ या सभी कोशिकाओं के निरन्तर विभाजन (division) के द्वारा नये कोशिकाओं का निर्माण करती है। अंत में इन नये कोशिकाओं से विभिन्न प्रकार के ऊतियों का निर्माण होता है। पौधों में निम्न प्रकार के मेरी स्टेम पाये जाते हैं :

(1) अग्रस्थ-स्तम्भ—विभज्या (Apical-stem meristem)

(2) अग्रस्थ-मूल—विभज्या (Apical-root meristem)

(3) वैस्कयुलर कैम्बियम (Vascular Cambium)

उपरोक्त मेरी स्टेम जिमनोस्पर्म (Gymnosperm) तथा अधिकांश दो दाल वाले पौधों के तने तथा जड़ों में पाया जाता है। इनके अतिरिक्त इण्टर केलेरी मेरी स्टेम (In.er Calary Meristem) भी बहुत से पौधों में पाया जाता है जो कि मुख्य रूप से एक दाल वाले (Mono Cotyledonous) पौधों के तनों, पत्तियों तथा गाँठों (nodes) के ऊपर पाया जाता है, परन्तु कुछ पौधों में गाँठ के नीचे भी पाया जाता है। पौधों में ये वृद्धि दो प्रकार से होती है :—

(1) प्राथमिक वृद्धि (Primary growth)

(2) परवर्ती वृद्धि (Secondary growth)

प्राथमिक वृद्धि (Primary grorwth)—प्राथमिक वृद्धि उस वृद्धि को कहते हैं जो कि अग्रस्थ मूल (apical root) एवं अग्रस्थ स्तम्भ (apical stem) द्वारा आरम्भ होती है, जिसके द्वारा प्राथमिक ऊतियों का निर्माण होता है, स्तम्भ व मूल के अग्र (tip) भागों की लम्बाई में वृद्धि होती है, स्तम्भ तथा मूलों में शाखायें निकल आते हैं तथा पौधों में पत्तियाँ, मूल-रोम (root hairs) व पुष्प निकलते हैं।

परिवर्ती वृद्धि (Secondary growth)—जब वैस्क्युलर (Vascular) या कार्क कैम्बियम (Cork Cambium) के वृद्धि के कारण ऊतियाँ बनाते हैं तो ऐसे वृद्धि को वृद्धि परिवर्ती वृद्धि कहते हैं।

पौधों में कोशिका विभाजन के आरम्भ में प्रोटोप्लाज्म के अन्दर निर्जीव पदार्थों की मात्रा बढ़ जाती है, जिसके कारण कोशिकाओं का भार बढ़ जाता है। इन निर्जीव पदार्थों से प्रोटोप्लाज्म का निर्माण होता है। जब प्रोटोप्लाज्म का भार किसी निश्चित बिन्दु तक बढ़ जाता है तो कोशिका विभाजन आरम्भ होने लगता है। प्रोटोप्लाज्म का भार दो प्रकार से बढ़ता है।

(1) प्रोटोप्लाज्म के जलयोजन (Hydrarion of Protoplasm) द्वारा

(2) पानी के अतिरिक्त अन्य पदार्थों का प्रोटोप्लाज्म के समावेशन द्वारा

नये कोशिकाओं के निर्माण के पूर्व मेरिस्टमेटिक कोशिकाओं में प्रोटीन अधिक मात्रा में तथा थोड़े अंशों में कार्बोहाइड्रेट का निर्माण होता है, परन्तु नये कोशिकाओं क बनने के पश्चात् प्रोटोप्लाज्म कार्बोहाइड्रेट का संश्लेषण करने लगती है जिसके कारण कोशिका भिति (Cell wall) की मोटाई बढ़ जाती है, तथा प्रोटोप्लाज्म में स्टार्च के कण आ जाते हैं।

रसायनिक परिवर्तन (Chemical Changes)—पौधों के वृद्धि में मुख्य रूप से दो प्रकार के परिवर्तन होते हैं :

(1) संश्लेषण (Synthesis)

(2) विघटन (Break down)

ये दोनों प्रक्रम पौधों के कोशिकाओं में साथ-साथ होते रहते हैं। जिसमें कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा पदार्थों का संश्लेषण मुख्य है। इन यौगिकों का विघटन प्रत्येक कोशिकाओं में होता रहता, जिससे पानी, कार्बन डाई आक्साइड तथा उर्जा (energy) प्राप्त होता है। वृद्धि में होने वाले रसायनिक परिवर्तन को संक्षेप में नीचे दिया गया है :

(1) कार्बोहाइड्रेट्स का संश्लेषण

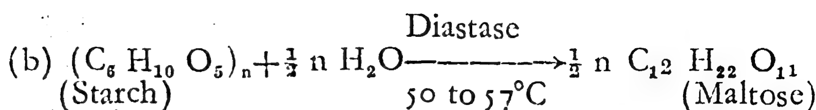
(2) प्रोटीन का संश्लेषण

(3) वसा पदार्थों का संश्लेषण

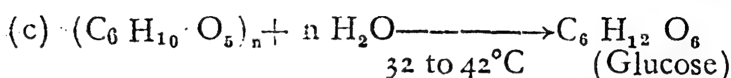
(4) कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा इत्यादि पदार्थों का विघटन—इस प्रक्रम में सर्वप्रथम संश्लेषित पदार्थों का पाचन (digestion) होता है जो कि निम्न हैं—

1. कार्बोहाइड्रेट :—

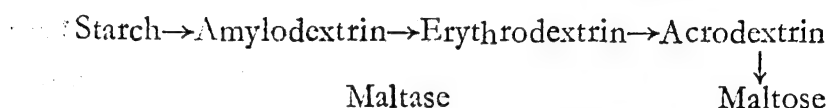
$$\text{(a)}\quad \underset{\text{(Sucrose)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{Invertase}} \underset{\text{(Glucose)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(Fructose)}}{C_6H_{12}O_6}$$



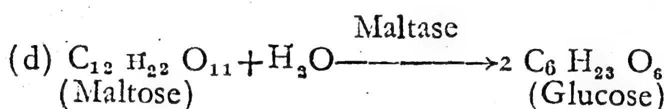
(b) $(C_6H_{10}O_5)_n + \frac{1}{2} n H_2O \xrightarrow[50 \text{ to } 57^\circ C]{\text{Diastase}} \frac{1}{2} n C_{12}H_{22}O_{11}$
(Starch) (Maltose)



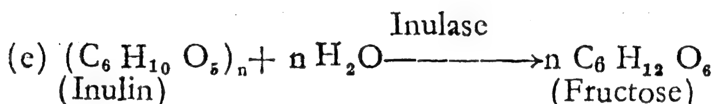
(c) $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \xrightarrow[32 \text{ to } 42^\circ C]{} C_6H_{12}O_6$
(Glucose)



Starch→Amylodextrin→Erythrodextrin→Acrodextrin
↓
Maltose

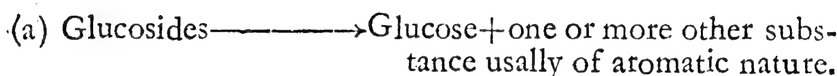


(d) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{Maltase}} 2 C_6H_{23}O_6$
(Maltose) (Glucose)

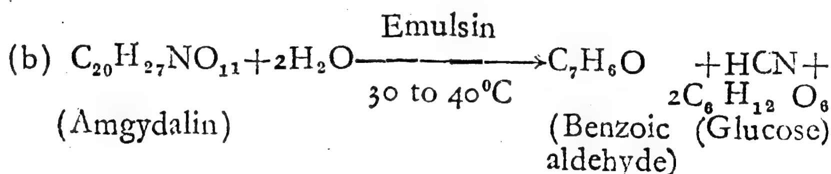


(e) $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \xrightarrow{\text{Inulase}} n C_6H_{12}O_6$
(Inulin) (Fructose)

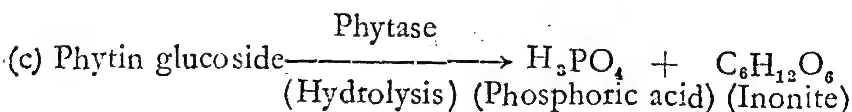
2. ग्लूकोसाइड :—



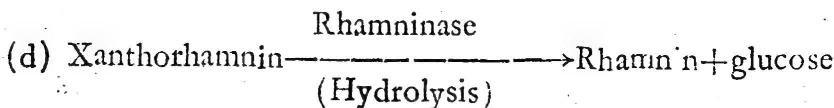
(a) Glucosides ——→ Glucose + one or more other substance usally of aromatic nature.



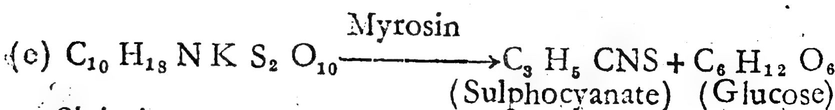
(b) $C_{20}H_{27}NO_{11} + 2H_2O \xrightarrow[30 \text{ to } 40^\circ C]{\text{Emulsin}} C_7H_6O + HCN + 2C_6H_{12}O_6$
(Amgydalin) (Benzoic aldehyde) (Glucose)



(c) Phytin glucoside $\xrightarrow[\text{(Hydrolysis)}]{\text{Phytase}}$ H_3PO_4 + $C_6H_{12}O_6$
(Phosphoric acid) (Inonite)

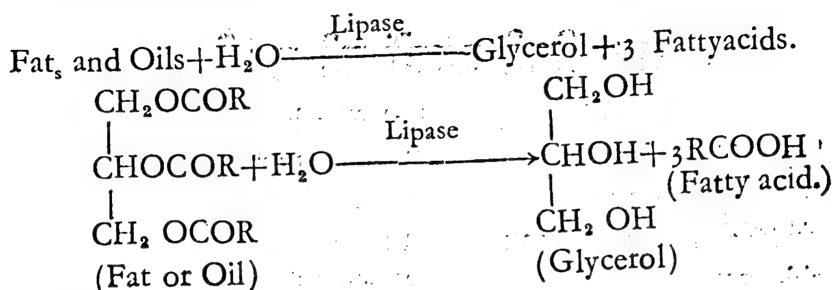


(d) Xanthorhamnin $\xrightarrow[\text{(Hydrolysis)}]{\text{Rhamninase}}$ Rhamnin + glucose



(e) $C_{10}H_{18}NKS_2O_{10} \xrightarrow{\text{Myrosin}} C_3H_5CNS + C_6H_{12}O_6$
Sinigrin (Glucoside) (Sulphocyanate) (Glucose)
$\rightarrow KHSO_4$

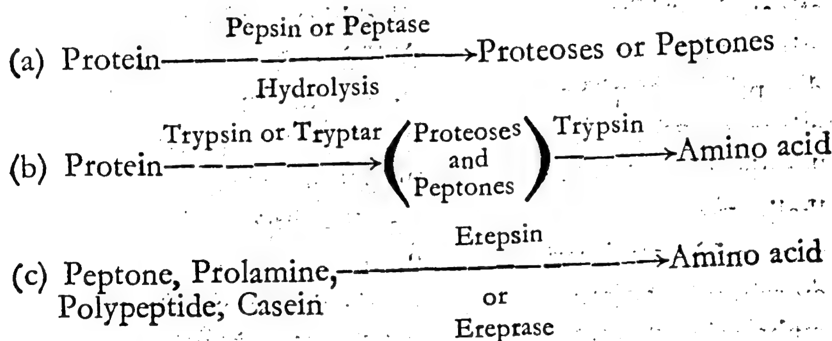
3. ईस्टर तथा लाइपिड :—



$$\text{Fats and Oils} + H_2O \xrightarrow{\text{Lipase}} \text{Glycerol} + 3\ \text{Fattyacids.}$$

$$\begin{matrix} CH_2OCOR \\ | \\ CHOCOR \\ | \\ CH_2\ OCOR \\ \text{(Fat or Oil)} \end{matrix} + H_2O \xrightarrow{\text{Lipase}} \begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2\ OH \\ \text{(Glycerol)} \end{matrix} + \begin{matrix} 3RCOOH \\ \text{(Fatty acid.)} \end{matrix}$$

4. प्रोटीन :—



(a) $\text{Protein} \xrightarrow[\text{Hydrolysis}]{\text{Pepsin or Peptase}} \text{Proteoses or Peptones}$

(b) $\text{Protein} \xrightarrow{\text{Trypsin or Tryptar}} \left(\begin{matrix}\text{Proteoses} \\ \text{and} \\ \text{Peptones}\end{matrix}\right) \xrightarrow{\text{Trypsin}} \text{Amino acid}$

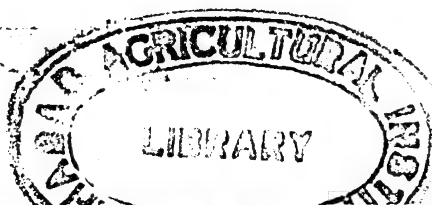
(c) $\begin{matrix}\text{Peptone, Prolamine,} \\ \text{Polypeptide, Casein}\end{matrix} \xrightarrow[\text{or Ereprase}]{\text{Erepsin}} \text{Amino acid}$

5. पेक्टिक पदार्थ



$$\text{Pectic substance} \xrightarrow{\text{Pectase}} \text{Coagulates} \longrightarrow \text{Ca} - \text{Pectate.}$$

कार्बोहाइड्रेट्स तथा वसा अंत में टूट कर पाइरुविक अम्ल में बदल जाता है जो कि क्रेब-चक्र से जब घूमता है, तो CO_2, H_2O तथा उर्जा में टूट जाता है।



तकनीकी शब्दों की सूची

(List of Technical Words)

Absorption—शोषण
Accessory—सहायक
Accessory factor—उपसाधक
Acid—अम्ल
Acidic—अम्लीय
Activated—सक्रियित
Active—सक्रिय
Adsorptive—अधिशोषण
Activator—सक्रिय कारक
Albuminoid—अल्व्यूमिनीय
Alkali—क्षार
Amino acid—एमिनो अम्ल
Amorphous—अमणिभि
Amphoteric—उभयधर्मी
Anabolism—उपचयापचय
Anaerobic
Anemia—रक्त क्षीणता
Antihaemorrhagic—रुधिर स्रावरोधी
Antioxidant—प्रति आक्सीकारक
Antirachitic—रिकेट रोधी
Apical—अग्रस्थ
Aqueous—जलीय
Artery—धमनी
Asymmetry
Bar—बट्टी
Base—समाक्षार
Beater—दुरमुट
Beef—गोमांस
Bile—पित्त
Biochemistry—जीव रसायन
Biological value—जैव मूल्य
Bleaching—विरंजक, विरंजन
Blood—रक्त
Brain—मस्तिष्क
Break down—विघटन
Breeding—प्रजनन
Bundle—समूह
Bunt
Butter fat—मक्खन स्नेह
Calcification कैल्सीकरण
Capillary tube—केशिका नली
Catabolism—अपचय
Catalysis—उत्प्रेरण
Catalyst—उत्प्रेरक
Catalyze—उत्प्रेरित
Cell—कोशिका
Cellwall—कोशिका भित्ति
Chain—शृंखला
Chamber—कक्ष
Chlorophyll—पर्णहरिम
Coagulation—स्कन्दन
Coenzyme—सह प्रकिण्व

Cohesion—संलाग
Colloid—कलिल
Colloidal—कलिलीय
Colouring matter—रंजक द्रव्य
Common—सामान्य
Condensation—संघनन
Configuration—विन्यास
Conjugated—संयुग्मी
Connective—संयोजी
Consistency—गाढ़ापन, संघनता
Constitution—संघटन
Cotyledon—बीजपत्र
Crystalline—मणिभि
Crystallize—स्फाटित
Deamination—अमोनी हरण
Decarboxylation—कार्बोक्सिलहरण
Decomposition—विघटन
Defect—विक्षेप
Degeneration—अप विकास
Dehydration—निर्जलीकरण
Dehydrogenation—हाइड्रोजन हरण या नि-हाइड्रोजनीकरण
Derivative—संजात, व्युत्पन्न
Derived—व्युत्पन्न
Dermatitis—त्वचा शोथ
Detonate—प्रस्फोट, दागना
Detonation—प्रस्फोटन
Dextrorotatory—दक्षिणवर्ती
Digest—पाच
Digestion—पाचन
Dipolar—द्विध्रुवी
Dormant—प्रसुप्त
Double bond—युग्म बन्ध
Dough—गुँधा आटा
Dry—शुष्क
Drying—शुष्कन
Egg—अंडा
Eggwhite—अंड श्वेत
Eggyolk—अंड पीत
Elastic—प्रत्यास्थ
Embryo—भ्रूण
Emission—उत्सर्जन
Enzyme—प्रकिण्व, एन्जाइम
Evaporate वाष्पन
Evaporated—वाष्पित
Evaporation—वाष्पन
Even—सम
Extensibility—विस्तारणीयता
Extract—निष्कर्ष
Extraction—निष्कर्षण
Eye ball—नेत्र गोलक
Foetus—गर्भ
Fission—विखंडन
Flesh—मांस
Fleshy—मांसल
Fluorescent—प्रति दीप्त
Force—बल
Forced—बलकृत
Fracture—भंग (अस्थि)
Freezing—हिमीकरण
Fuming—सधूम, धूमापमान
Fungicide—फफूँदी, लाशी
Fungus—फफूँदी
Gastrointestinal-tract—आमाशय यान्त्र मार्ग

Germ cell—जनित्र कोशिका
Grinder—चक्की
Haemoglobin—रुधिर वर्णिका
Hardening—कठोरीकरण
Haemorrhages—रुधिर स्राव
Hemorragic—रुधिर स्रावी
Homogenization—समस्थितीकरण
Hydration—जल योजन
Hydrogenation—हाइड्रोजनीकरण
Hydrolysis—जलीय विश्लेषण
Hydrolytic—जल विश्लेषक
Hydroscopic—आर्द्रताग्राही
Imbibition—अंतर्ग्रहण
Immiscibility—अमिश्रय
Impulse—आवेग
Inactive—निष्क्रिय
Incorporation—समावेशन
Incisor—काटने वाले दाँत
Inhibitor—निरोधक
Intensity—तीव्रता
Inter cellular—अंतः कोशिकी
Inter muscular—अंतरा पेशी
Ion—आयन
Irradiated—किरणीयित
Irradiation—किरणीकरण, विकीर्णन
Irritation—क्षोभण
Irritating—क्षोभकर
Isomer—समावयव
Kidney—गुर्दा
Ketonic—कीटानिक
Laev orotatory—वामावर्ती
Lard—सूअर की चर्बी
Linkage—बन्ध
Liver—यकृत
Lubricating—स्नेहक
Mammal—स्तनधारी
Mature—परिपक्व
Maximum—अधिकतम
Mechanism—प्रक्रम
Melting Point—द्रवांक
Meristem—विभज्या
Metabolism—उपापचयन
Methylation—मिथाइलीकरण
Molecule—अणु
Morphology—आकारिकीय
Mould—फफूँदी
Muscle—पेशी
Mutarotation—परिवर्ती घूर्णन
Nerve—तंत्रिका
Nitrogenous—नाइट्रोजनी
Nonvolatile—अवाष्पशील
Odd—विषम
Oil—तेल
Olive—जैतून
Optimum—अनुकूलतम
Oxidation—आक्सीकरण
Oxidative—आक्सीकर
Oxidize—आक्स.कृत
Oxidizing agent—आक्सीकारक
Packet—पुलिन्दा
Paint—रोगन
Pancreas—अग्न्याशय
Partial—आंशिक

Pernicious anemia—दुष्टरक्तक्षीणता
Persimmon—तेन्दु
Photosynthesis—प्रकाश-संश्लेषण
Physiological—शरीर क्रियात्मक
Physiology—क्रिया विज्ञान
Pigment—रंजक
Plant—पादप, वनस्पति
Plumule—प्रांकुर
Process—प्रक्रम
Product—उत्पाद
Prosthetic group—व्यतिरिक्त वर्ग
Pulp—लुगदी
Pulvarized—चूर्णित
Pungent—
Purple—बैंगनी
Radical—मूलांकुर
Rancid—पूतिगंधी
Rancidity—पूतिगंधिता
Reagent—अभिकर्मक
Redblood Corpuscle (R.B.C.)-लाल रुधिर कणिका
Reduction—अवकरण
Regulated—नियंत्रित
Reproduction—प्रजनन
Research—अनुसंधान
Reversible—विपरीत
Rhombic—समचतुर्भुज
Rigidity—दृढ़ता
Ring—वलय
Ripening—परिपाक, परिपक्व
Root hair—मूल रोम
Resin—गंधराल
Rotation—घूर्णन
Salivary gland—लार ग्रन्थि
Salt—लवण
Saponification—साबुनीकरण
Saturated—संतृप्त
Secondary—द्वितीयक, परवर्ती
Seed Coat—बीजावरण
Semipermeable—अर्ध प्रवेश्य
Side—पार्श्व
Skin—चाम
Slimy—श्लेष्मिक, अवपंकिल
Smut—कंडवा
Soap—साबुन
Solvent—विलायक
Specificity—विशिष्टता
Specific rotation—विशिष्ट घूर्णन
Sperm—शुक्राणु
Spermatozoa—शुक्राणु
Spin—बटना
Spun—बटा
Stain—अभिरंजक
Staining—अभिरंजन
Steam—भाप
Steam heated—भाप उष्मित
Slem—स्तम्भ
Stimulated—उद्दीपन, उद्दीप्ति
Stirring—विडोलन
Storage—गोदाम, भण्डार
Structure—संरचना
Subcutaneous—अधस्त्वक
Substrate—किण्व भोज

Summary—सारांश
Super heated—अतितप्त
Synthesis—संश्लेषण
Synthetic—संश्लिष्ट
Teargland—अश्रु ग्रन्थि
Tendon—कण्डरा
Thawing—हिम द्रवण
Theory—वाद
Thermal—ऊष्मा, तापीय
Thermal agitation—ऊष्मीय प्रक्षोभ
Tip—अग्र
Tissue—ऊति
Toilet—शृंगार
Toxic—विषाक्त
Trace element—विरल तत्व
Tracer—अनुसारक
Tracer element—प्रदर्शक तत्व
Transamination—अमोनी अंतरण
Transfer—स्थानान्तर
Treat—उपचार
Treatment—उपचार
Triple bond—त्रिगुणबन्ध
Tropical—उष्ण कटिबन्ध
True—यथार्थ
Turnover—आवर्त
Ultraviolet—परा बैंगनी
Vacuole—रसधानी
Violet—बैंगनी
Viscosity—श्यानता
Viscous—श्यान
Volatile—वाष्पशील
Wave length—तरंग लम्बाई
White blood corpuscle (WBC) श्वेत रुधिर कणिका
Yeast—खमीर

Bibliography

Bio-chemistry

1. Agricultural Bio- chemistry by Dutcher, Jensen and Althouse.
2. General Bio-chemistry by Frutod and Simmond.
3. Principles of Bio-chemistry by White, Handler, Smith and Stetten.
4. A guide book to Bio-chemistry by K. Harrison.
5. Plant Bio-chemistry by Bonner.
6. Agricultural chemistry by Frear.
7. Bio-chemistry by Walsh.

Organic chemistry :—

1. Organic Chemistry by Fiesher and Fiesher.
2. Organic Chemistry by Finar.
3. Organic Chemistry by R. D. Tiwari.
4. Organic Chemistry by Nadkarni and Kothari.
5. Organic Chemistry by Bahl.
6. Organic Chemistry by Jaginder Singh.

Physiology :—

1. Plant Physiology by Miller.
2. Plant Physiology by Mayer and Anderson.
3. Plant Physiology by F. C. Steward.
4. Plant Physiology by Kocher.
5. Plant Physiology by Thomas.
6. Growth of Plants G. E. Fogg.
7. College Botany by Gangulee, Das and Dutta.

Inorganic Chemistry :—

1. Matter and Anti-matter by Maurice Duquesne.
2. Friendly Atom by D. Danin.
3. In the world of Isotopes by V. Menzentsev.
4. The Atomic Nucleus by M. Korsunsky.
5. The atom and the energy revolution by Norman, Lansdell.
6. You and the Atom by Gerald Wendt.

Dictionary :—

1. A dictionary of Biology by Abercrombie, C. J. Hickman, M. L. Johnson.
2. A Dictionary cf Since by E. B. U. Varov and D. R. Chapman.
3. American Dictionary of Medical Health.
4. Words of Glossary

INDEX